# ICM

## Messgerät zur Inline Messung von Verschmutzung

## Benutzer Handbuch

MPFILTRI®

**www.mpfiltri.co.uk**

200.000-de-DE

Für alle ICM-Modelle

## SICHERHEITSHINWEIS

Hydraulische Systeme enthalten gefährliche Flüssigkeiten bei hohem Druck und hohen Temperaturen. Installation, Wartung und Anpassungen dürfen nur von qualifiziertem Personal durchgeführt werden.
Nehmen Sie keine Änderungen an diesem Gerät vor.

DOCUMENT REVISION 0.30

# Inhalt


**1 Einleitung 7**

•*Funktionsprinzip*

**2 Typenidentifikation 8**

•*Ergänzende Produkte*

**3 Spezifikation 11**

•*Ausführung* •*Hydraulik* •*Umgebung* •*Aufbau* •*Elektrik*
•*Gewährleistung und Eichung*

**4 Status LED 14**

**5 Front-Panel-Bedienung 16**

•*Result Display* •*Diagnostics Display*

**6 Wasser-Sensor 20**

**7 Daten - Logger 22**

**8 Fernanzeige – Option 23**

**9 USBi - Optionale Computer USB- Schnittstelle 24**

**10 Fernbedienung 25**

•*Computer - Anschluss*

**11 PC Software Betrieb 28**

**12 Einstellungen** **31**

*•Allgemein •Test Nummer •Testdauer •Test-Format •Anzeige des Volumenstroms •Kontinuierliche Tests •Alarme*

**13 Installation** **43**

*•Vorgehensweise bei der Installation*

**14 Elektrische Schnittstelle** **45**

*•DC Power •Serielle Schnittstelle •Schalt - Eingangs- und Ausgangssignale •Startsignal •Alarmausgänge*

**15 Hydraulische Verbindung** **51**

*•Durchflussmenge •Manuelle Strömungskontrolle •Aktive Strömungskontrolle*

**16 Fehleranzeige** **57**

*•LED blinkt / Fehler-Codes •Status der Messung •Sonstige Störungen*

**17 Zyklus und Durchfluss** **61**

**18 Modbus-Programmierung** **63**

*•Lesen der Ergebnis-Codes*

**A Messen des Wassergehaltes in hydraulischen und schmierenden Fluiden** **65**

**B ISO 4406:1999 Reinheitsklassen-System*** **67**

**C NAS 1638 Reinheitsklassen System*** **69**

**D SAE AS 4059 REV.E ** Reinheitsklassifizierung Für hydraulische Fluide [SAE Aerospace Standard] 70**

**E HYDRAULISCHE KOMPONENTEN HERSTELLER* EMPFEHLUNGEN 72**

**F Hydraulik Zielreinheitsklassen* 74**

**G Der neue ISO Teststaub und seine Auswirkung auf die ISO Verschmutzungskontroll-Standards. 76**

*•Kalibrierung •Vorteile des neuen Test Staubs •Auswirkungen auf die Industrie •Zusammenhang •Weitere Standards*

**H Reine Arbeitsverfahren 83**

# 1 Einleitung

Das ICM misst und quantifiziert die Anzahl der festen Verunreinigungen in hydraulischen Flüssigkeiten und Schmierölen. Das ICM wurde als präzises Instrument für die permanente Anwendung in hydraulischen Systemen entwickelt.

Das Gerät gibt die Ergebnisse wahlweise in den internationalen Standardformaten ISO 4406:1999, NAS 1638, AS 4059E und ISO 11218 wieder.

Das ICM verfügt über eine serielle Datenverbindung für eine umfassende Fernsteuerung und -überwachung. Der integrierte Datenlogger speichert intern bis zu 4000 Testergebnisse, für den Fall, dass ein Computer nicht dauerhaft angeschlossen werden kann.

Einfache Schalteingänge und Alarmausgänge sind als alternatives Mittel zur Kontrolle der Prüfergebnisse vorgesehen und übermitteln die Ergebnisse. Die "färbigen " LED bieten eine grundlegende Angabe der Reinheitsklasse.

Die grafische LCD-Anzeige und Tastatur ermöglichen die direkte Anzeige der Ergebnisse in jedem gewählten Format.

Das ICM-WMKR führt auch eine Messung der %-Sättigung von Wasser in Öl (RH) und Temperatur der Flüssigkeit (∘ C) durch.

## 1.1 Funktionsprinzip

Das Gerät verwendet ein Lichtreduktionsprinzip, wonach eine speziell justierte Präzision LED-Lichtquelle durch die Flüssigkeit leuchtet und auf eine Fotodiode trifft. Wenn ein Teilchen den Strahl durchläuft reduziert es die Lichtmenge, die auf die Diode trifft. Aus dieser Änderung kann die Größe der Teilchen abgeleitet werden.

# 2 Typenidentifikation

Example: ICM - W M K R G1

Example: ICM - 0 M 0 0 G3

**ICM** *Gemeinsame Merkmale* – Alle Versionen können von einem PC, SPS oder dem ICM-RDU Remote Display aus gesteuert werden. Inbegriffen ist zeiterfasstes Daten-Speicherung für rund 4000 Tests, eine integrierte Status-LED-Fehleranzeige,

RS485 Kommunikation und die Messung in mehreren internationalen Standard Formaten. Alle Einheiten beinhalten 3 m Steuerkabel und eine LPA-View Test-Analyse-Software. Für weitere Einzelheiten siehe die Produktbroschüre und die Spezifikation (Pkt. 3).

Das Basisgerät für ferngesteuerte integrierte Anwendungen ist ohne Tastenfeld und LCD.

**W** Wasser- und Temperatur-Erfassung[1] siehe Pkt 6. *"0" - wenn nicht erforderlich.*

**M** für Mineralöl. ***N*** – Offshore- und ausgewählte, auf Wasserbasis aufgebaute Flüssigkeiten. ***S*** – Phosphatester und andere aggressive Flüssigkeiten.

**K** Keypad - zusätzlich grafisches LCD und eine Tastatur, siehe Pkt. 5. *"0'' wenn nicht erforderlich.*

[1] Für Hochfrequenzdruckimpulsanwendungen kontaktieren Sie uns bitte.

***R*** Fügt einstellbare Ober-und Untergrenzen für die Testergebnisse mit zwei programmierbaren Relais- "Alarm" Ausgängen hinzu[2]. Die vollständige LED-Anzeige spiegelt auch die Testergebnisse, ob alle gesetzten Grenzen überschritten wurden.

Siehe 12.7. *"0'' wenn nicht erforderlich.*

***G1*** M16x2 Mini-Mess-Schläuche (ICM Standard). Auch ***G3*** – 1/4", ***G4*** – 7/16th UNF.

## 2.1 Ergänzende Produkte

### 2.1.1 ICM-RDU

Das ICM-st ein eigenständiges Produkt, das aus der Ferne zur Überwachung oder Kontrolle eines ICM benutzt wird. Es wird verwendet, wenn das ICM an einer Stelle angebracht wird, die für einen Display ungeeignet ist; z.B. an einer nicht leicht zugänglichen Stelle , 8 .

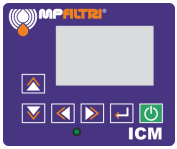



**Abbildung 1**
RDU

3m cable length as standard, not Atex approved.

### 2.1.2 ICM-FC1

Ein druckkompensiertes Mengenregelventil, speziell für das ICM. Ist erforderlich, wenn von der Anlage ein Öldruck erzeugt wird, der außerhalb des Arbeitsbereiches der Standardeinheit liegt.

[2] Diese Option zusammen mit „K“ ist ebenfalls erforderlich, um eine detaillierte Partikelzahl auf dem LCD-Display anzuzeigen. Diese Option liefert auch beim Start einen Signaleingang.

### 2.1.3 ICM-USBi

USB-Adapter für das ICM.
Ist eine maßgeschneiderte Lösung für den einfachen Anschluss eines Computers an das ICM.

**Abbildung 2**
USBi

Er besteht aus einer USB: RS485-Schnittstelle mit einer vorverdrahteten Klemmleiste zum direkten Anschluss an das ICM. Eine zusätzliche Klemmleiste ist für eine Verbindung zu externen Geräten vorgesehen. Ein externer DC-Adapter kann als Energie für das komplette System eingesetzt werden. Wenn der Computer ständig verbunden ist, kann Energie direkt aus dem USB-Kabel bezogen werden.

Ausführliche Bedienungshinweise werden mit separatem Produktinformationsblatt geliefert.

# 3 Spezifikation

## 3.1 Ausführung

| | |
|---|---|
| ***Technologie*** | Precision LED Based Light Extinction automatischer optischer Partikelzähler |
| ***Partikelgröße*** | >4,6,14,21,25,38,50,70 µm(c)<br>ISO 4406:1999 Standard |
| ***Analyse-Bereich*** | ISO 4406:1999 Code 0 bis 25<br>NAS 1638 Klasse 00 bis 12<br>AS4059 Rev.E. Tabelle 2 Größen A-F: 000 bis 12<br>(untere Begrenzung testzeitabhängig) *If system above 22/21/18 or approx. NAS 12 a coarse screen filter should be fitted to prevent blockage. This is available from MP Filtri UK Part SK0040.* |
| ***Reporting Formate*** | ISO 4606-1999<br>NAS1638<br>AS 4059E Tabelle 2<br>AS 4059E Tabelle 1<br>ISO 11218 |
| ***Genauigkeit*** | ± ½ ISO-Code für 4,6,14 µm(c)<br>± 1 Code für 21,25,38,50,70 µm(c) |
| ***Kalibrierung*** | Jede Einheit einzeln kalibriert mit ISO Medium Test Staub (MTD) basierend auf ISO 11171 (1999), Ausrüstung von IFTS zertifiziert. |
| ***Test-Zeit*** | einstellbar 10 - 3600 Sekunden,<br>(werkseitig auf 120s eingestellt) |
| ***Feuchtigkeits- u. Temperaturmessung*** | % Sättigung (RH) und Flüssigkeitstemperatur(◦C) – Mineral nur Mineralöl. s. Pkt. 6 |

| | |
|---|---|
| ***Datenspeicher*** | Etwa 4000 zeitgerfasste Tests im integrierten ICM-Speicher. |
| ***Tastatur und LCD*** | 6 Tasten, 128x64 Pixel, hintergrundbeleuchtete grafische Anzeige |

## 3.2 Hydraulik

| | |
|---|---|
| ***Anwendungsbereich*** | Mineralöl- und mineralölbasierende Flüssigkeiten. Kontaktie MP Filtri UK bei Verwendung anderer Flüssigkeiten |
| ***Strömungsleistung*** | 20-400 ml / Minute |
| ***Viskositätsbereich*** | <1000 cSt |
| ***Flüssigkeitstemperatur*** | -25 Bis +85 °C |
| ***Maximaler Druck*** | 400 bar statisch. Für Hochfrequenz Druckimpuls-Anwendungen kontaktieren MP Filtri UK. |
| ***Differenz- (Inlet-Outlet) Druck*** | Typischerweise 0,5 bar, aber siehe Pkt. 15.1. |
| ***Dichtungswerkstoff*** | Viton. Kontaktieren MP Filtri UK bei allen Flüssigkeiten, die mit Viton-Dichtungen unvereinbar sind. |

## 3.3 Umgebung

| | |
|---|---|
| ***Umgebungstemperatur*** | -25 bis + 80 °C for non K version, -25 to + 55°C for K version |
| ***IP Schutzart*** | IP 65/67 wandlungsfähig |
| ***Vibration*** | TBD |

## 3.4 Aufbau

***Abmessungen*** 117mm(H)x142mm(W)x65mm(D).

***Befestigungslöcher*** Beidseitig mittig, Distanz 126mm, Durchmesser 6,9 mm (für M6).

***Gewicht*** 1,15kg

## 3.5 Elektrik

***Versorgung*** 9-36V DC

***Nennstrom***

| 12V | 24V | 36V | |
|---|---|---|---|
| 150mA | 80mA | 60mA | for K version |
| 70mA | 40mA | 30mA | for non K version |

***Energieverbrauch*** 2.2W

***Schalteingänge und Ausgänge*** siehe Pkt. 14.3

## 3.6 Gewährleistung und Eichung

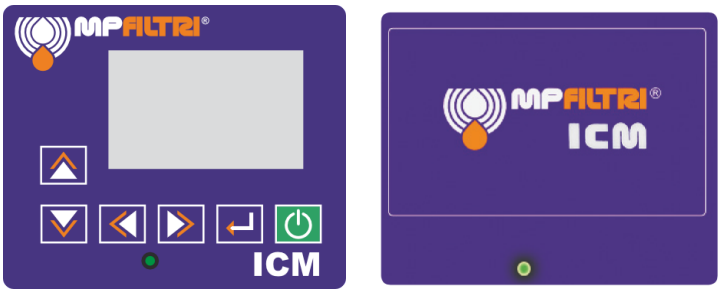
***Garantie*** 12 Monate ab Erhalt des Gerätes

***Eichung*** Es wird empfohlen, das ICM alle 12 Monate neu zu eichen. Zur Eichung sollte es an uns zurückgesandt werden.

Aufgrund kontinuierlicher Verbesserungen behält sich MP Filtri UK das Recht vor, die Spezifikation ohne vorherige Ankündigung zu ändern.

# 4 Status LED

Alle Versionen verfügen über eine färbige Anzeige auf der Vorderseite[3], auf der Status oder Alarmzustand angezeigt wird. Die Alarmschwellen können von MP Filtri UK über serielle Schnittstelle eingestellt werden.




ICM-K ICM

**Abbildung 1** Front Panel-Versionen

- *Grün* eigt an, dass alle Ergebnisse innerhalb der Vorgaben liegen.
- *Gelb* bedeutet, dass der untere Reinheitsschwellenwert überschritten wurde, nicht aber der Obere.
- *Rot* bedeutet, dass die Obergrenze der Verunreinigung überschritten wurde.
- *Blau* bedeutet, dass die Wassergehalts-Obergrenze überschritten wurde.
- *Rot / Blau* abwechselnd zeigt, dass sowohl Reinheits- als auch Wassergehaltsobergrenze überschritten wurde.
- *Violett* zeigt, dass die obere Grenztemperatur überschritten wurde.[4]

[3] Diese Farben sind nur zu sehen, wenn entsprechende Einstellung in den Unter- und Obergrenzen der jeweiligen Bereiche eingegeben wurden.

Die Anzeige kann auch verschiedene Fehlercodes durch abwechselndes rot und weiß blinken zeigen, siehe 16.1.

[4] Dieser Alarm, falls gesetzt, hat Vorrang vor dem Alarm für Verschmutzung und Wassergehalt. Im Falle einer Übertemperatur, leuchtet das LED nur violett, unabhängig ob es auch einen Kontamination- oder Wasseralarm gibt. Der Grund ist, dass eine Übertemperatur sofort katastrophale Folgen für das Hydrauliksystem haben kann.

# 5 Front-Panel-Bedienung

## 5.1 Result Display

Das ICM -K hat eine 6-fach Tastatur und einen kleinen grafischen LCD. Dieser ermöglicht die Anzeige der Testergebnisse (gegebenenfalls aktuelle Verunreinigung, Wassergehalt und Temperatur).

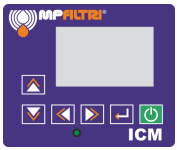



**Abbildung 1**

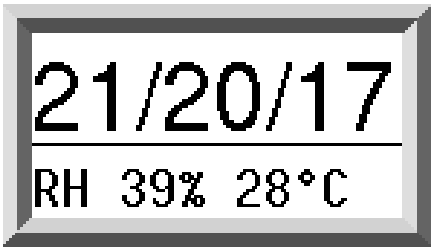
Das grafische Format erlaubt eine vollständige Darstellung aller unterstützten Standard-Codes.

Das Gerät schaltet sich in "Display Mode". Das Display zeigt das Testergebnis im ausgewählten Format Figures 2 weiter[5] Der Bildschirm auf der rechten Seite, ist die "detaillierte" Version des Displays, zeigt zusätzlich die Teilchenanzahl und den Durchfluss an. Die Darstellung der Partikelgröße und -anzahl wird automatisch auf das ausgewählte Format angepasst.

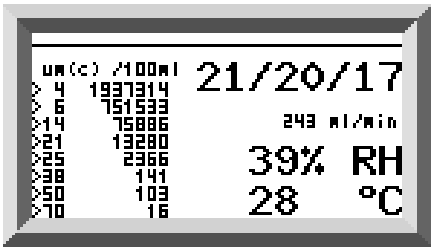
Der Betreiber kann zwischen dem "einfachen" und "detaillierten" Displays mit ▲ und ▼ wechseln.

Die horizontale Linie zeigt den Fortschrittsbalken für den Testverlauf von links nach rechts an. Wenn die rechte Seite erreicht ist, wird ein neues Ergebnis generiert.

[5] Das gewählte Format wird in der Regel während der Installation (mit LPA-View) eingestellt. Das Grundprinzip ist, dass jede Branche oder Unternehmen ihr eigenes Format bevorzugt und dies nicht geändert werden sollte.

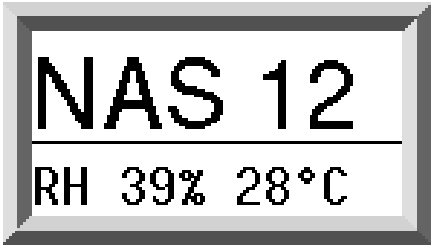



Einfach

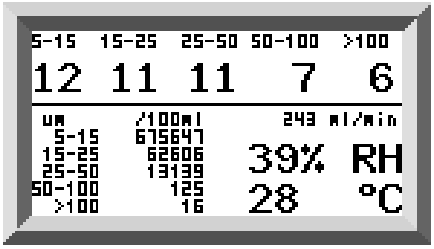



Detailliert

**Abbildung 2** ISO4406:1999

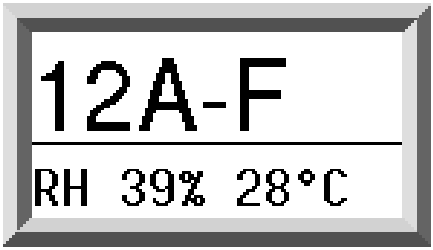



Einfach

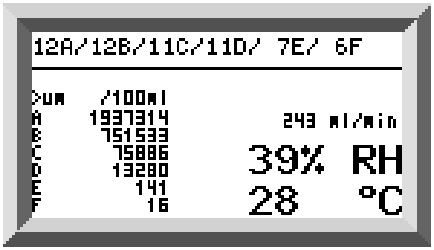



Detailliert

**Abbildung 3** NAS1638

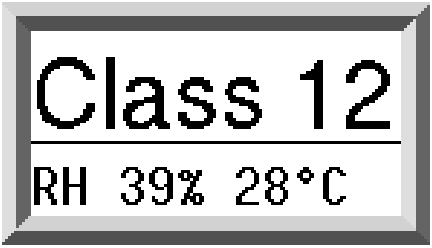



Einfach

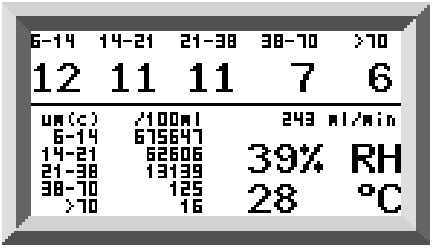



Detailliert

**Abbildung 4** AS4059E Tabelle 2

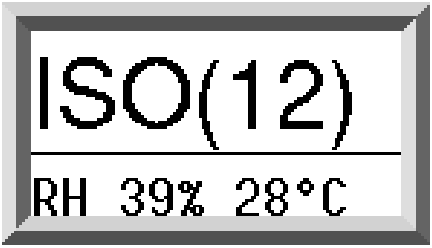



Einfach

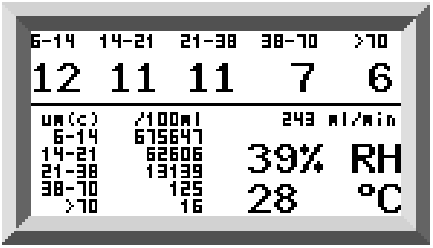



Detailliert

**Abbildung 5** AS4059E Tabelle 1




Einfach




Detailliert

**Abbildung 6** ISO11218 (Draft)

## 5.2 Diagnostics Display

Drücken [<] für das Diagnose-Display (verwendet bei Diagnose von Problemen). Dann zwischen den Diagnose-Bildschirmen mit Hilfe der Tasten [▲] und [▼] wechseln.

*Completion* eigt eine Reihe von 0 bis 1000, welche den Testfortschritt anzeigt. *FLOW ml / min* liefert einen ungefähren Anhaltspunkt vom Durchfluss, welcher nach jeder Prüfung aktualisiert wird. Dies kann beim Einbau des Gerätes oder für den Prüfbetrieb hilfreich sein, um sicherzugehen, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Arbeitsbereich des Gerätes liegt.

Allgemeine Diagnose Kommunikation

**Abbildung 7** Diagnosebildschirm

Die anderen Punkte sind hauptsächlich zur Unterstützung beim Melden von Problemen von Nutzen.

Der zweite Bildschirm zeigt Diagnostik im Zusammenhang mit der seriellen Kommunikation.

Bridge-Transaktionen sind solche zwischen einem angeschlossenen PC und dem ICM.

Master Transaktionen sind solche innerhalb des Gerätes und zeigen die Kommunikation zwischen der ICM Tastatur / Anzeige und dem Sensor selbst.

# 6 Wasser-Sensor

ICM-W misst den Wassergehalt mit einem kapazitiven Sensor für relative Luftfeuchtigkeit (RH). Das Ergebnis wird als Prozentsatz Sättigung angegeben. 100% RH entspricht dem Punkt, bis zu dem Wasser in der Flüssigkeit aufgenommen werden kann, d.h. die Flüssigkeit ist ab diesem Punkt nicht länger in der Lage, das Wasser in der Lösung zu halten. Das ist normalerweise auch der Punkt, an dem ein Schaden im Hydrauliksystem auftritt. Dies ist daher eine ideale Messskala, unabhängig von den Eigenschaften des Mediums.

Der Wasser Sättigungspunkt (100% RH) ist temperaturabhängig, die Temperatur wird daher gleichzeitig gemessen[6] und ermöglicht dadurch einen sinnvollen Vergleich der Ergebnisse.

Der Wasser-Sensor-Output wird durch Druck beeinflusst, so dass die Genauigkeit proportional über 100 bar Betriebsdruck abnimmt.

[6] Die gemessene Temperatur ist jene der Flüssigkeit, die durch das Gerät fließt. Hinweis: Diese kann sich von jener im Hydrauliksystem unterscheiden, abhängig vom Durchfluss, Rohrlänge und der Umgebungstemperatur. Es ist nicht beabsichtigt, die genaue System-Temperatur anzuzeigen, sondern soll eine Referenz für die RH-Messung darstellen. Dennoch haben Erfahrungen gezeigt, dass die Temperatur, die gemessen wird, mit jener des hydraulischen Systems bis auf ein paar Grad (in den meisten Anwendungen) übereinstimmt.

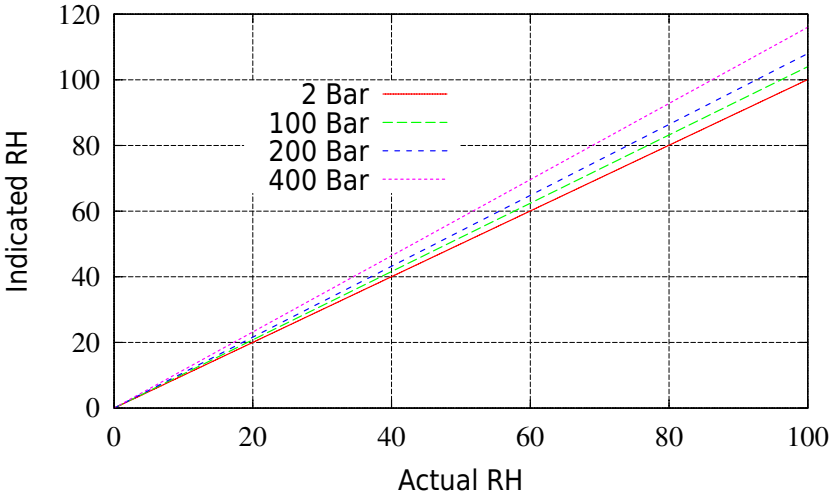
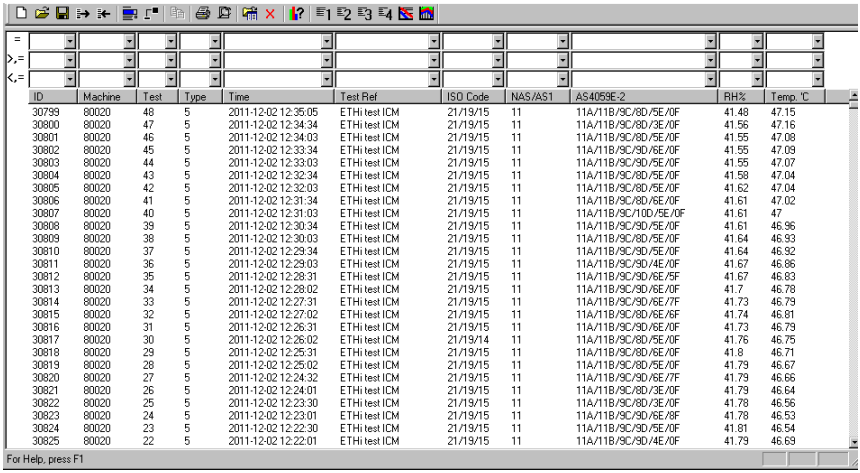



**Abbildung 1** Wasser-Sensor Reaktions-Varianten mit absolutem Druck

# 7 Daten - Logger



| ID | Machine | Test | Type | Time | Test Ref | ISO Code | NAS/AS1 | AS4059E-2 | RH% | Temp °C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30799 | 80020 | 48 | 5 | 2011-12-02 12:35:05 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/5E/0F | 41.48 | 47.15 |
| 30800 | 80020 | 47 | 5 | 2011-12-02 12:34:34 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/3E/0F | 41.56 | 47.16 |
| 30801 | 80020 | 46 | 5 | 2011-12-02 12:34:03 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/5E/0F | 41.55 | 47.08 |
| 30802 | 80020 | 45 | 5 | 2011-12-02 12:33:34 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/6E/0F | 41.55 | 47.09 |
| 30803 | 80020 | 44 | 5 | 2011-12-02 12:33:03 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/5E/0F | 41.55 | 47.07 |
| 30804 | 80020 | 43 | 5 | 2011-12-02 12:32:34 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/5E/0F | 41.58 | 47.04 |
| 30805 | 80020 | 42 | 5 | 2011-12-02 12:32:03 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/5E/0F | 41.62 | 47.04 |
| 30806 | 80020 | 41 | 5 | 2011-12-02 12:31:34 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/6E/0F | 41.61 | 47.02 |
| 30807 | 80020 | 40 | 5 | 2011-12-02 12:31:03 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/10D/5E/0F | 41.61 | 47 |
| 30808 | 80020 | 39 | 5 | 2011-12-02 12:30:34 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/5E/0F | 41.61 | 46.96 |
| 30809 | 80020 | 38 | 5 | 2011-12-02 12:30:03 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/5E/0F | 41.64 | 46.93 |
| 30810 | 80020 | 37 | 5 | 2011-12-02 12:29:34 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/5E/0F | 41.64 | 46.92 |
| 30811 | 80020 | 36 | 5 | 2011-12-02 12:29:03 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/4E/0F | 41.67 | 46.86 |
| 30812 | 80020 | 35 | 5 | 2011-12-02 12:28:31 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/6E/5F | 41.67 | 46.83 |
| 30813 | 80020 | 34 | 5 | 2011-12-02 12:28:02 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/6E/0F | 41.7 | 46.78 |
| 30814 | 80020 | 33 | 5 | 2011-12-02 12:27:31 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/6E/7F | 41.73 | 46.79 |
| 30815 | 80020 | 32 | 5 | 2011-12-02 12:27:02 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/6E/6F | 41.74 | 46.81 |
| 30816 | 80020 | 31 | 5 | 2011-12-02 12:26:31 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/6E/0F | 41.73 | 46.79 |
| 30817 | 80020 | 30 | 5 | 2011-12-02 12:26:02 | ETHi test ICM | 21/19/14 | 11 | 11A/11B/9C/8D/5E/0F | 41.76 | 46.75 |
| 30818 | 80020 | 29 | 5 | 2011-12-02 12:25:31 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/6E/0F | 41.8 | 46.71 |
| 30819 | 80020 | 28 | 5 | 2011-12-02 12:25:02 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/5E/0F | 41.79 | 46.67 |
| 30820 | 80020 | 27 | 5 | 2011-12-02 12:24:32 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/6E/7F | 41.79 | 46.66 |
| 30821 | 80020 | 26 | 5 | 2011-12-02 12:24:01 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/3E/0F | 41.79 | 46.64 |
| 30822 | 80020 | 25 | 5 | 2011-12-02 12:23:30 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/8D/3E/0F | 41.78 | 46.56 |
| 30823 | 80020 | 24 | 5 | 2011-12-02 12:23:01 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/6E/8F | 41.78 | 46.53 |
| 30824 | 80020 | 23 | 5 | 2011-12-02 12:22:30 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/5E/0F | 41.81 | 46.54 |
| 30825 | 80020 | 22 | 5 | 2011-12-02 12:22:01 | ETHi test ICM | 21/19/15 | 11 | 11A/11B/9C/9D/4E/0F | 41.79 | 46.69 |

For Help, press F1

Das ICM enthält einen eingebauten Datenlogger. Dieser zeichnet die angemeldete Anlage, Zeit und Testergebnisse lokal in einem internen Speicher auf, auch wenn kein Computer angeschlossen ist.

- Welche Tests angemeldet sind und wann, ist bestimmt durch die Log-Einstellungen (siehe 12.6).

- Jeder Protokolleintrag ist zeiterfasst und beinhaltet die ICM-Seriennummer, so dass er später identifiziert werden kann.

- Der ICM-Speicher bietet Platz für rund 4000 Log-Einträge. Wenn er voll ist, wird der älteste Protokolleintrag überschrieben.

Siehe Kapitel 11 für Details, wie man die Testprotokolle herunterlädt.

# 8 Fernanzeige – Option

Die optionale ICM-RDU ist eine separate Einheit und enthält nur Tastatur und Display. Der Sensor selbst ist extern anderswo montiert. Dies ermöglicht dem Betreiber die volle Kontrolle des ICM selbst dann, wenn der Sensor nicht leicht zugänglich ist.

Die ICM-RDU verbindet "zwischen" der Einspeisung / seriellen Verbindungen und dem ICM-Sensor. Sie ist "transparent" zu der seriellen Kommunikation. Dies bedeutet, dass ein SPS oder ICM-View in gewohnter Weise zur Kontrolle des ICM betrieben werden kann, um Einstellungen zu ändern oder zum Laden von Ergebnissen, ohne dass die RDU abgetrennt werden muss.

Für die RDU werden die gleichen Komponenten verwendet wie für den Einsatz der normalen ICM-K Option, sodass die gleichen Anweisungen für den Betrieb gelten. Siehe Kapitel 5 für weitere Details.

Der RDU-Schaltplan wird in Abbildung figure 4 gezeigt.

# 9 USBi - Optionale Computer USB- Schnittstelle

**Abbildung 1** ICM-USBi: A USB-Schnittstelleneinheit für das ICM

Ist eine fertige Lösung für den problemlosen Anschluss eines Computers mit dem ICM. Sie besteht aus einer USB: RS485-Schnittstelle mit einer Klemmleiste, verbunden mit dem ICM-Kabel. Eine zusätzliche Klemmleiste steht jedem Kunden zur Verkabelung eines externen Gerätes zur Verfügung. Ein externer DC-Adapter kann eingesetzt werden, um das ganze System mit Energie zu versorgen. Wenn der Computer ständig angeschlossen ist, kann der Strom direkt vom USB-Kabel genommen werden.

Detaillierte Installations- und Gebrauchsanweisungen finden Sie in der separaten Produktbedienungsanleitung.

# 10 Fernbedienung

Das ICM kann über die Fernbedienung, die in dem LPA-View-Software-Paket enthalten ist und auf einem PC installiert wird, gesteuert werden. Alternativ können die Kunden ihre eigene Software, die auf einem PC oder SPS installiert ist, verwenden.

Da das ICM einen eingebauten Datenlogger-Speicher enthält, gibt es wahlweise zwei Möglichkeiten für den Betrieb:

- Direkter Online-Betrieb

  Der Partikelzähler ist dauerhaft an einen Computer angeschlossen während die Tests durchgeführt werden. Der Bediener kann Parameter einstellen, eine Bezeichnung eingeben, den Test beginnen und dann die Fortschritte der einzelnen Tests überwachen. Jedes Testergebnis wird angezeigt und in die Testdatenbank heruntergeladen, sobald es abgeschlossen ist.

- Getrennter Betrieb

  Das ICM arbeitet als eigenständiges Element bei der Durchführung von Tests nach einem Zeitplan oder einem externen Leitsystem. Falls eine permanente Aufzeichnung der Ergebnisse benötigt wird, kann der Bediener gelegentlich einen Computer anschließen und LPA-View zum herunterladen der angesammelten Testdaten verwenden.

## 10.1 Computer - Anschluss

Der Anschluss an den PC erfolgt über einen RS485-Adapter. Entweder ein USB: RS485 oder RS232: RS485 Konverter kann je nach

Schnittstelle auf dem Computer verwendet werden. Die ICM-USBi ist separat als vorverkabelte Lösung für USB (alle modernen Laptops und PCs) erhältlich. Stellen Sie die Verbindung her, starten LPA-View und schalten dann zum ICM.

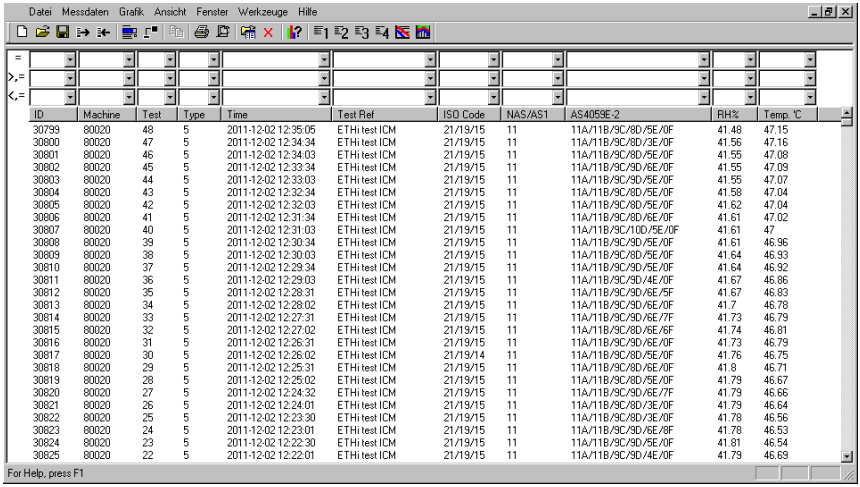



**Abbildung 1** LPA-View

Um auf die Fernbedienung in LPA-View zugreifen zu können, drücken Sie die Remote Control-Taste auf der Symbolleiste.

Der Connect-Dialog wird angezeigt.

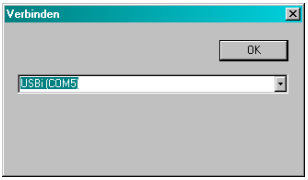



**Abbildung 2** Der Connect-Dialog

Beim ersten Mal muss die richtige Kommunikationsschnittstelle (COM-Port) auf dem Computer gewählt werden, wie nachstehend beschrieben.

- Das Programm durchsucht den Computer nach verfügbaren Ports und stellt sie in einer Liste zur Auswahl. Drücken Sie die Pfeiltasten auf der rechten Seite des Feldes und wählen Sie die Verbindung auf Ihrem Computer.

- Alle funktionierenden Kommunikations-Ports des Computers stehen zur Auswahl. Wählen Sie jenen aus, der zum Anschluss des ICM dient, und drücken Sie OK. Wenn Sie unsicher sind, welcher Port richtig ist, versuchen sie alle nacheinander. Wenn die Kommunikation erfolgreich etabliert ist, wird der Fernbedienungs-Dialog angezeigt. Nach einer erfolgreichen Verbindung, wird der COM Port gespeichert und in Zukunft im Dialog vorgewählt.

# 11 PC Software Betrieb

Der *Fernbedienungs-Dialog* erlaubt dem Bediener eine manuelle Steuerung des ICM von einem PC mit Hilfe der LPA-View-Software.

Er kann auch verwendet werden, um Testergebnisse, die sich während autonomen (getrennten) Betrieb angesammelt haben, herunterzuladen.

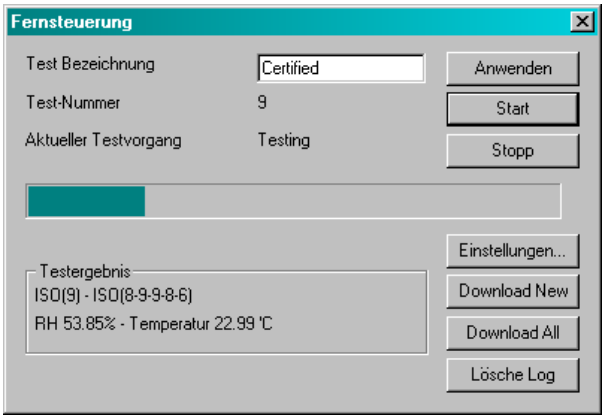



**Abbildung 1** Der Remote Control Dialog[7]

Um einen Test durchzuführen, bearbeiten Sie als erstes gegebenenfalls die Test Reference und drücken *Apply*. Die Test Reference ist eine Kennzeichnung, die zur späteren Identifizierung oder Zusammenstellung des Tests dient (Zusammen mit der Prüfnummer und Test-Uhrzeit / Datum).

[7] Einige Begriffe fehlen möglicherweise, abhängig davon mit welchen Optionen das ICM ausgestattet ist.

Ein Beispiel dafür wäre eine Maschinennummer oder der Name des Kunden. Die Test-Referenz kann bis zu 15 Zeichen lang sein. Wenn das ICM verbunden ist, sollte der Status *"Ready"* anzeigen. Der Bediener kann dann den Startknopf drücken, um den Test zu beginnen.

Der Balken zeigt, wie weit der Test fortgeschritten ist. Der Test kann jederzeit durch Drücken der *Stop* - Taste beendet werden. Wenn die Start-Taste während eines Tests gedrückt wird, wird der aktuelle Test abgebrochen und ein Neuer begonnen.

Wenn der Test abgeschlossen ist, wird im *Result*-Bereich der Verschmutzungsgrad, Wassergehalt und die Temperatur in dieser Reihenfolge angezeigt.

Nach einer Prüfung wird die *Test Nummer* automatisch erhöht und der Status des Tests wird angezeigt. Wenn der Status *Ready* anzeigt kann der Bediener die Start-Taste erneut drücken, um einen neuen Test zu beginnen. Es ist auch möglich, das ICM so zu konfigurieren, dass es automatisch einen weiteren Test nach einer optionalen Verzögerung beginnt. In diesem Fall zeigt der Status *Testing* oder *Waiting* an.

Das ICM enthält einen Datenlogger, sodass vorherige Testergebnisse in die Test-Datenbank heruntergeladen werden können unter Verwendung der Tasten *„Download New“* und *„Download All“*. Der Unterschied zwischen diesen beiden Tasten ist, dass bei *Download New* nur Ergebnisse übertragen werden, die noch nie zuvor heruntergeladen wurden. *Download All* überträgt alle Ergebnisse, die im ICM gespeichert sind. Die Taste *“Erase Log“* löscht die Testergebnisse aus dem Speicher des ICM.

Wenn der Benutzer den ICM Dialog schließen will, kann das mittels der Schließen Taste (das "X" an der rechten oberen Ecke des Dialogs) oder durch Drücken der Esc-Taste geschehen. Durch Drücken

der Taste *Setting* (Einstellung) … öffnet die *Remote Device* Einstellungs-Dialog.

# 12 Einstellungen

Das ICM kann mit dem Remote Device Einstellungs-Dialog rekonfiguriert[8] werden. Das wird normalerweise als Teil der Installation oder Inbetriebnahme gemacht.

Nachdem alle Änderungen durchgeführt wurden, wird durch drücken der OK-Taste das ICM mit den neuen Einstellungen aktualisiert. Oder Sie drücken auf Abbrechen, um die Einstellungen so zu lassen wie sie waren.

## 12.1 Allgemein

Einige allgemeine Informationen über das angeschlossene ICM-Gerät stehen zur Verfügung. Die Identifizierung zeigt die ICM Seriennummer und Software-Version. Die Seriennummer zusammen mit der Zeiterfassung dient zur eindeutigen Identifizierung im Prüfprotokoll. Diese beiden Parameter werden verwendet um doppelte Test-Aufzeichnungen zu vermeiden.

*Current Time* zeigt die Zeit, die auf dem ICM eingestellt ist. Es ist wichtig, dass sie richtig ist (für L-Daten-Logging-Versionen), da diese für die Zeiterfassung verwendet wird. Durch Drücken der Set-Taste erfolgt eine automatische Synchronisierung der Zeit am ICM mit der auf dem Computer.

---

[8] Das ICM wurde als ein sehr flexibles Produkt entwickelt. Es hat eine breite Palette von Einstellungen und Betriebsarten. Die Auslieferungsstandardwerte sind für die meisten Anwendungen geeignet. Viele Benutzer können diesen Abschnitt daher überspringen. Der eigentliche Betrieb ist unkompliziert, auch wenn die erweiterten Einstellungen bei der erstmaligen Konfiguration verwendet werden.

[9] Einige Begriffe können möglicherweise Fehlen, abhängig von den Optionen, mit denen das ICM ausgestattet ist.

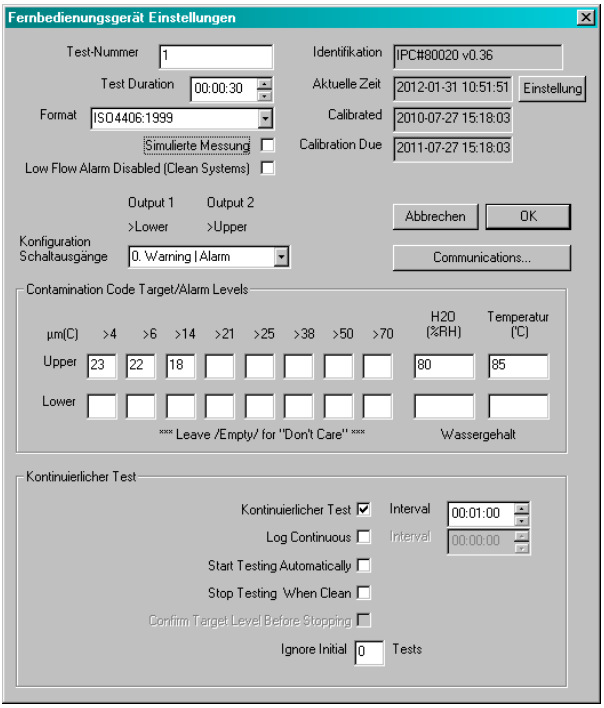



**Abbildung 1** Fernbedienungs-Einstellungs-Dialog[9]

Der *Calibration* Bereich zeigt das Datum der letzten Kalibrierung und das Datum für die nächste fällige Kalibrierung.

## 12.2 Test Nummer

Die *Test Number* kann zur Identifizierung eines Tests innerhalb einer Sequenz beitragen. Aber sie wird automatisch zurückgesetzt, wenn das ICM eingeschaltet wird. Man sollte sich daher auf die Zeiterfassung (Datum und Uhrzeit der Prüfung) als Test-Referenz bevorzugt verlassen.

## 12.3 Testdauer

Die Länge der Prüfung wird durch *Test Duration* gesteuert. Der werkseitig eingestellte Wert von 2 Minuten ist für die meisten Anwendungen ausreichend. Es steht dem Bediener aber frei einen anderen Wert zu setzen.

Bei einer kürzeren Zeit wird das ICM stärker auf kurzfristige Schwankungen im Verschmutzungsgrad reagieren. Es werden in Folge weniger konsistente Ergebnisse durch statistische Schwankungen in der Menge der gezählten Teilchen bei den größeren Partikeln und in sauberen Systemen entstehen.

Längere Testzeiten erlauben gleichmäßigere Resultate für sehr saubere Systeme und für die größeren Partikel, da eine größere Anzahl von Partikel während der Prüfung gezählt wird. Schwankungen haben daher weniger Auswirkungen auf das Testergebnis.

## 12.4 Test-Format

Verwenden Sie den Auswahlpfeil um das gewünschte *Format* (ISO, NAS usw.) auszuwählen. Diese Auswahl ist nicht nur kosmetisch, da sie bestimmt wie die Alarm-Ziele interpretiert werden, wenn diese verwendet werden. Immer mehr setzt sich der ISO-Standard international durch.

## 12.5 Anzeige des Volumenstroms

- Das ICM Gerät nutzt die Länge der Impulse, um daraus einen Messwert für den Volumenstrom abzuleiten, dieser Messwert dient daher lediglich als Orientierungsgröße.
- Daher sollte hier darauf hingewiesen werden, dass die hauptsächliche Funktion dieses Gerätes darin besteht Messwerte für

die Reinheit zu erzeugen, nicht um als Durchfluss Messgerät zu dienen. Wenn es Messwerte für die Verunreinigung gibt, dann ist auch der Volumenstrom ausreichend, um diese zu erzeugen.

- Das ICM benötigt Partikel, die durch die Messzelle fließen, um einen Volumenstrom zu errechnen, je mehr Verunreinigungen sich im System befinden, je genauer ist statistisch betrachtet das Messergebnis für den Volumenstrom.

- Umgekehrt gesehen kann es zu Schwierigkeiten bei der Bestimmung des Volumenstroms kommen an einem sehr sauberen System, da es nur wenige Partikel gibt, die die Messzelle durchströmen. Auf die Bestimmung der Verunreinigung hat dies keinen Einfluss, es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Volumenstrommessung dann unzuverlässig ist oder kein Messwert angezeigt wird. In diesem Falle kann ein Ablesen der Verunreinigung durch Anwählen des Auswahlkästchen ermöglicht werden.

- Bei einer Filterfeinheit unterhalb 10 um kann es notwendig sein, die Anzeige für niedrigen Volumenstrom auszuschalten.

## 12.6 Kontinuierliche Tests

Der *Continuous-Testing*-Bereich sind Einstellungen die regeln, wann das ICM einen Test ausführen und protokollieren soll. Bei Auswahl *Test Continuously* wiederholt das ICM automatisch die Prüfung entsprechend der angegebenen Test-Intervalle. Bei Eistellung eines Intervalls länger als die Prüfdauer, wird dieser Intervall ständig wiederholt. Zum Beispiel: Einstellung einer Prüfdauer von 1 Minute, und ein Test-Intervall von 10 Minuten, wird ein 1-minütiger Test alle 10 Minuten durchgeführt. Wird der Intervall auf einen Wert kleiner als

die Prüfdauer (z.B. Null) gesetzt, beginnt ein neuer Test sofort nachdem der vorhergehende Test abgeschlossen ist.

*Start Testing Automatically* das ICM startet automatisch zu einem Test sobald es eingeschaltet wird. Dies ist ideal für unbeaufsichtigte Systeme.

*Stop Testing when Clean* ist ein Feature, vorgesehen für Reinigungseinrichtungen oder "Filter Trolley"-Anwendungen. Das ICM beendet den Test, sobald die Flüssigkeit „sauber“ ist. An dieser Stelle signalisiert ein Alarm, dass die Prüfung beendet ist.

*Confirm Target Level Before Stopping* Hilft sicherzustellen, dass eine Testsequenz nicht zu früh beendet wird, wenn es noch ein paar große Partikel im System gibt. Wenn ausgewählt, sind zwei aufeinanderfolgende "saubere" Ergebnisse erforderlich, bevor die Prüfung beendet wird.

## 12.7 Alarme

Das ICM verfügt über zwei "Alarm"-Ausgänge. Diese können verwendet werden, um externe Geräten auf verschiedene Weise Signal, je nach Testergebnis und Alarm-Einstellungen, zu geben. Es gibt auch ein Multi-Color-Frontplatten-Licht als Anzeige. Je nach Ergebnis werden die eingestellten Alarmschwellen verglichen. Die Alarm-Einstellungen sind umfangreich und flexibel, so dass das ICM in vielen verschiedenen Szenarien eingesetzt werden kann.

### 12.7.1 Alarm LED

Das LED auf der Frontplatte zeigt dem Betreiber die Alarmzustände (siehe Abschnitt 4).

### 12.7.2 Alarmstufen

Die verschiedenen Alarmschwellen sind im *Contamination Code Target / Alarm Levels* - Bereich des Dialogs festgelegt

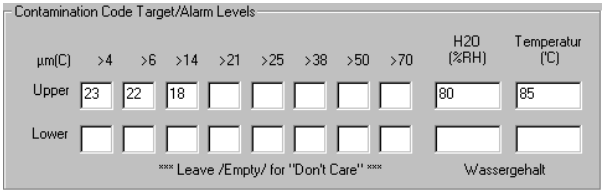



**Abbildung 2** ISO4406:1999 Alarm Levels

Alarme können in Kombinationen von Reinheitsgraden, Wassergehalt und Temperatur eingestellt werden. Die zur Verfügung stehenden Codes und ihre Interpretation, variieren je nach eingestelltem Test-Format. Zum Beispiel ist es möglich, einen Schwellenwert mit "NAS 11" oder "ISO 18/16/15" oder "AS4059E 8B-F", etc. einzustellen.

Im Allgemeinen gibt es Ober- und Untergrenzen für den Reinheitsgrad, für Wassergehalt und Temperatur, die eingestellt werden können.

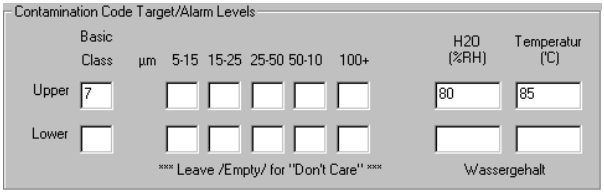
Ein Alarm der aktiviert ist, wird aktiv, wenn eine der zugehörigen (Ober- / Unter) Grenzen überschritten wird. Wenn jedoch ein Feld leer bleibt (blank) wird dies als eine "egal"-Einstellung interpretiert.

Im Beispiel Abbildung 2 Oberer Alarm ist überschritten, wenn das 4µm-Ergebnis größer als ISO-Code 23, oder das 6µm-Ergebnis größer als ISO-Code 22, oder 14µm-Ergebnis größer als Code 18, oder der Wasser-Gehalt höher als 80% RH, oder die Temperatur höher als 65∘C ist. Der untere Alarm wird nie ausgelöst, da alle Einstellungen leer sind.

## ISO4406: 1999 Alarmschwelle

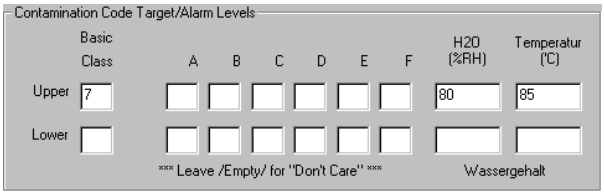
ISO 4406: 1999 stellt Sauberkeit mit Codes für die Anzahl der Partikel, größer als 4, 6 und 14µm dar. Diese Codes können als Grenzwerte für die Alarme verwendet werden, indem Sie das ISO4406: 1999 Test Format und dann die Eingabe von Werten wie erforderlich durchführen. Als Erweiterung zu ISO4406: 1999 ist es auch möglich, Codes für die anderen gemessenen Größen einzugeben. Wenn dies nicht gebraucht wird, können die Einträge leer gelassen werden.

## NAS1638 Alarmschwelle




NAS 1638 kann verwendet werden, wenn es als Test-Format ausgewählt wird. Die Überschriften und Kästchen für die verfügbaren Einstellungen ändern sich. Bei NAS 1638 ist der allgemeine Reinheitsgrad als ein einziger Code angegeben, dies ist der höchste der einzelnen Codes, generiert für jede definierte Partikelgröße. Daher hat man die Möglichkeit, eine Grenze für diese allgemeine Klasse (die Basic Class) zu setzen, oder man kann individuelle Grenzen mit einer beliebigen Kombination der Klassen für die definierte Partikelgröße setzen.

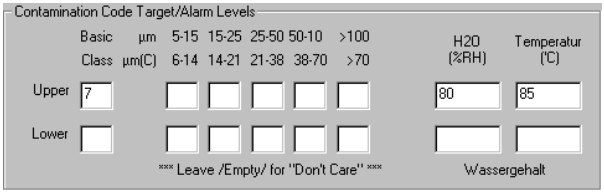
### AS4059E Tabelle 2 Alarmschwellen




AS4059E Tabelle 2 verwendet Buchstaben statt Zahlen, um die Partikelgröße im Bereich anzuzeigen, so dass die Einstellungen entsprechend gekennzeichnet sind.

Diese Norm ist eine Methoden zur Darstellung einer Reinheitsklasse unter Verwendung nur einer Teilmenge der verfügbaren Partikelgröße, z.B. B - F. Der Benutzer kann diese durch Eingabe der Einstellungen für die gewünschte Größe erreichen, die anderen Felder bleiben leer. So ein Limit von AS4059 7 B - F könnte einfach durch Eingabe eines Wertes von 7 für B, C, D, E und F dargestellt werden.

### AS4059E Tabelle 1 / ISO11218 Alarmschwellen




Diese beiden Standards sind außer im Terminologie- und Berichterstattungsformat ähnlich. Die tatsächlichen numerischen Größen und Klassen der Schwellenwerte sind die gleichen.

## 12.7.3 Alarm-Modus

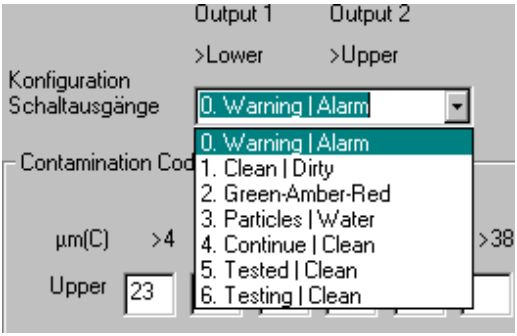



**Abbildung 3** Alarm-Modi

Alarm Mode setzt die genaue Funktion der beiden Alarmausgänge des ICM fest[10].

Dies ermöglicht es, das ICM in einer Vielzahl von Situationen zu verwenden. Beachten Sie, dass die Bedingungen unter denen die Ausgänge eingeschaltet sind, auch über den *Alarm Mode*-Selektor für jede Einstellung angezeigt werden.

## Alarm Mode 0: Warnung-Alarm

| | Ausgang 1 | Ausgang 2 |
|---|---|---|
| Leuchtet auf, wenn | >Untergrenze | >Obergrenze |
| Beabsichtigte Funktion | Warnung | Alarm |

Dies ermöglicht dem ICM, externe Warnleuchten oder Alarme zu schalten. Bei Ausgang 1 wird die "Warnung" ausgegeben - schaltet

[10] Hinweis: Diese Ausgänge sind getrennt von dem Frontpanel-LED und der eingestellte Alarm-Modus hat keinen Einfluss auf das LED. Der Set Alarm-Modus bestimmt nur die Funktion der beiden Schaltausgänge. Diese Einstellung und dieser gesamte Abschnitt kann ignoriert werden, wenn diese Ausgänge ungenützt bleiben, dh nicht angeschlossen sind.

ein, wenn einer der unteren Grenzwerte überschritten wird. Ausgang 2 ist der „Alarm“- Ausgang, verhält sich in ähnlicher Weise für die obere Grenze.

### Alarm Mode 1: Verschmutzung

| | Ausgang 1 | Ausgang 2 |
|---|---|---|
| Leuchtet auf, wenn | ≤ Untergrenze | >Obergrenze |
| Beabsichtigte Funktion | Sauber(Clean) | Verschmutzt(Dirty) |

Dies könnte in einem Reinigungssystem verwendet werden, das durch ein- und ausschalten einer Pumpe versucht, eine Reinheitsklasse aufrecht zu erhalten.

Ausgang 1 - der "Clean"-Ausgang, kommt zu tragen, wenn das Ergebnis kleiner oder gleich der unteren ("Clean") Grenze ist. Dies könnte verwendet werden, um eine Reinigungspumpe zu stoppen.

Ausgang 2 - der "Dirty"-Ausgang, kommt zu tragen, wenn das Ergebnis größer ist als die obere ("Dirty") Grenze. Dies könnte zum Start der Reinigungs-Pumpe genutzt werden.

### Alarm Mode 2: Grün-Gelb-Rot

| | Ausgang 1 | Ausgang 2 |
|---|---|---|
| Leuchtet auf, wenn | <Obergrenze | >Untergrenzer |
| Beabsichtigte Funktion | Grün | Rot |

Dieser Modus kodiert das Ergebnis in einer Weise, dass die internen Alarmrelais für eine externe 3-färbige LED Anzeige verwendet werden können. Dies ist eine spezielle Art von LED mit Rot-und Grün-Licht, der in einem Bedienfeld montiert werden könnte. Diese

externe LED Anzeige wird dann grün/ gelb / rot je nach Testergebnis - in ähnlicher Weise wie die eingebaute.. Ausgang 1 ("Grün") ist eingeschaltet, solange das Ergebnis niedriger ist als die obere Grenze. Ausgang 2 ("Rot") schaltet ein, wenn das Ergebnis größer ist als die untere Grenze. Wenn das Ergebnis zwischen Ober und Untergrenze liegt, sind daher beide Ausgänge eingeschaltet und die LED-Farbe wird gelb (dh eine Mischung aus Rot und Grün).

### Alarm Mode 3: Partikel - Wasser

| | Ausgang 1 | Ausgang 2 |
|---|---|---|
| Leuchtet auf, wenn | Reinheit>Obergr. | Wasser>Obergr. |
| Beabsichtigte Funktion | Alarm | Alarm |

Wird verwendet, wenn separater Alarme für Partikel (Reinheit) und Wassergehalt notwendig sind.

### Alarm Mode 4: Fortfahren - Sauber

| | Ausgang 1 | Ausgang 2 |
|---|---|---|
| Leuchtet auf, wenn | > Untergrenze | ≤ Untergrenze |
| Beabsichtigte Funktion | weiter testen | Teststopp / Sauber |

Wird benötigt, wenn das Signal verwendet wird, um den Test zu beenden (z. B. um eine Pumpe zu stoppen oder ein Signal an einen externen Controller zu geben).

### Alarm Modus 5: Getestet – Sauber

| | Ausgang 1 | Ausgang 2 |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| Leuchtet auf, wenn | Test Complete | > Untergrenze |
| Beabsichtigte Funktion | Test Complete Signal | "Fail" Signal |

Wird benützt bei Controlling-Tests von einem SPS unter Verwendung der Schaltausgänge. Das SPS gibt ein Startsignal, überwacht dann den "Test Complete"-Ausgang. Wenn der Test bestanden hat, erfolgt ein "Pass"-Signal.

### Alarm-Modus 6 ... Modi auf Kundenwunsch

Andere Alarm-Modi können vom Kunden definiert und angefordert werden.

# 13 Installation

Jeder gelieferter ICM besteht aus:

- ICM Partikelzähler
- Kalibrierzertifikat
- LPA-View CD-ROM, Software-Paket
- mit dazugehörigen Kabel

Optionales Zubehör:

- Rundsteckverbinder vorverkabelt mit 3 m Kabel
- ICM-RDU Remote-Display-Einheit
- 500 µm grober Sieb-Filter
- ICM-FC1 Flow Control Valve (Mengenregelventil)
- ICM–USBi USB-Adapter mit ICM-Kabel

## 13.1 Vorgehensweise bei der Installation

- Entnahmestelle im hydraulischen Kreislauf festlegen.
- Schrauben Sie das Gerät an den gewünschten Ort. Das ICM muss vertikal eingebaut werden, das Öl muss aufwärts durch das Gerät fließen.
- Verdrahten zur Anschlussdose.
- Strömung überprüfen – muss im akzeptablen Bereich liegen. Es muss ein Differenzdruck über dem ICM platziert werden, so dass eine Strömung erzeugt wird, die im Bereich des Gerätes liegt.

- Wenn kein geeigneter Differenzdruck verfügbar ist, wird ein Mengenregler benötigt. Eine Lösung ist der ICM-FC1, welcher einen Druck von 4 bis 400 bar akzeptiert und eine im Arbeitsbereich des ICM liegende konstante Strömung zulässt. Dieser sollte am Abfluss des ICM montiert werden (Kopfarmatur).

- Mechanisch befestigen.

- Schläuche anschließen.

  – Anschluss der Schläuche Es dürfen keine zusätzlichen Beschränkungen in den Ablaufschlauch platziert werden. So dürfen sie kein Rohr mit Drossel als Steuerung des Durchflusses verwenden. Eine solche muss direkt am ICM montiert werden.[11]

  – Die Durchflussrichtung muss von unten nach oben sein, folgend der Pfeilrichtung auf der Produktkennzeichnung. D.h. die unter Armatur ist der Einlass und die obere Armatur ist der Auslass.

- Montieren des Elektroanschlusses zu einem Verteilerkasten.

[11] Dies deshalb, weil jede Rohrlänge zwischen dem ICM und einem nachgeschalteten Durchflussbegrenzer als Akkumulator wirken kann . Jede Druckpulsationen (z.B. von einer Pumpe) werden dann in Pulsationen der Fließgeschwindigkeit übersetzt, die manchmal zu Strömungsumlenkungen in der Zeit der Pulsationen führen können. Wenn die Strömung sehr gering ist, können die gleichen Teilchen vorwärts und rückwärts durch den Raum schweben und das Ergebnis verfälschen.

# 14 Elektrische Schnittstelle

Hinweis: Für diejenigen, die das ICM einfach an einen Computer anschließen möchten, ist das separate ICM-USBi verfügbar. Dieser Abschnitt ist für diejenigen, die ihre eigene Leitung zu dem Gerät legen.

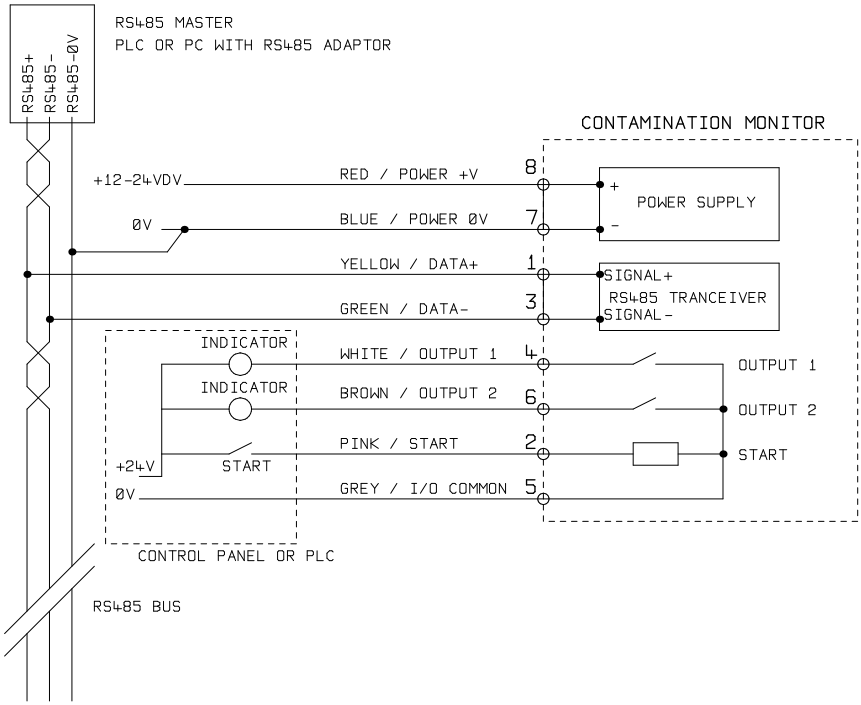



**Abbildung 1** Beispiel für eine externe Verdrahtung

In Abbildung 1 wird eine Beispiel-Installation angezeigt.

## 14.1 DC Power

DC-Power wird an den Pins 7 und 8 der Rundsteckverbindung des ICM (rot und blau, bei Verwendung des vorverdrahteten Kabels) verbunden. Alle anderen Signale sind optional.

| | Minimum | Maximum |
|---|---|---|
| Spannung | 9V DC | 36V DC |
| Stromstärke | | 200mA |

## 14.2 Serielle Schnittstelle

Eine RS485-Schnittstelle kann optional an Pin 1 und 3 (gelb und grün) angeschlossen werden. Dies kann ein SPS mit Kunden-Software oder ein PC mit einem RS485-Adapter auf dem die mitgelieferte LPA-View-Software läuft, sein. Um einen Bezug herzustellen sollte der RS485 0V-Anschluss auch mit dem ICM verbunden werden (wie auf der Zeichnung dargestellt).

Das Standard-ICM-Protokoll ist Modbus RTU. Modbus ist ein frei verfügbarer offener Standard für industrielle Steuerungen.

Adapter sind zur Schnittstelle anderer industrieller Steuerungen verfügbar. Die Standard-LPA-View-Software von RMF Systems nutzt Modbus, um mit dem ICM zu kommunizieren, aber es ist für die Kunden auch möglich ihre eigenen Steuerungen zu implementieren - siehe Kapitel 18.

Abbildung 2 zeigt ein einzelnes ICM in Verbindung mit einem PC, mit einem USB-RS485 Adapter. Bei langen Leitungen (zum Beispiel über 10m) sollte ein 100 Ohm Abschlusswiderstand, wie gezeigt eingebaut werden. Twisted-Pair-Verkabelung (Ethernetkabel) sollte für jede Länge über 2m verwendet werden.

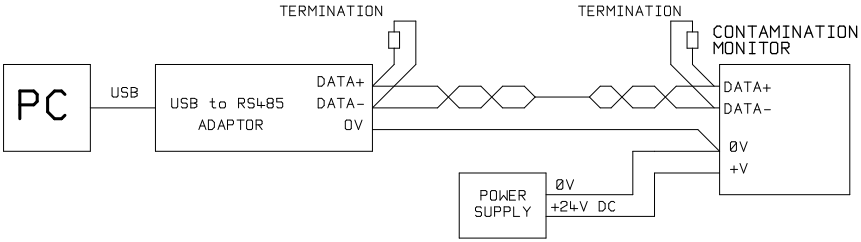



**Abbildung 2** PC Control Beispiel

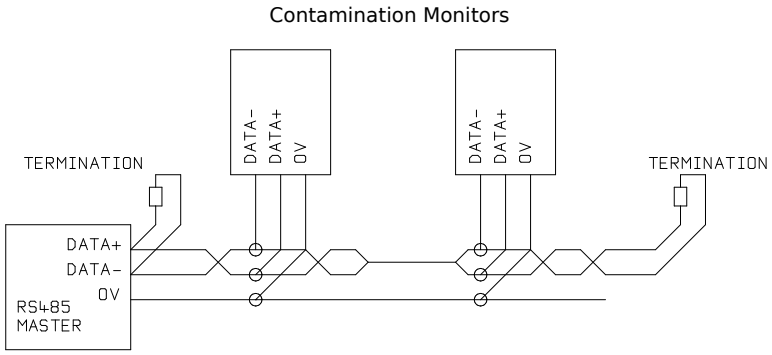



**Abbildung 3** Multi-Drop Network Example

Abbildung 3 zeigt, wie zwei oder mehr ICM-Geräte zu einem Multi-Drop-RS4
werk verbunden werden. Ein Abschlusswiderstand sollte nur am Ende des Netzwerkkabels montiert werden. Die Hauptleitung zum RS485 sollte so kurz wie möglich gehalten werden, z.B. unter 2m. Normalerweise wird das 2m Kabel, welches für das ICM vorhanden ist, verwendet und dieses mit einer Abzweigdose mit dem RS485 verbunden. Entweder versorgt ein individueller DC jedes ICM mit Strom oder eine Gesamtversorgung erfolgt über das Hauptkabel.

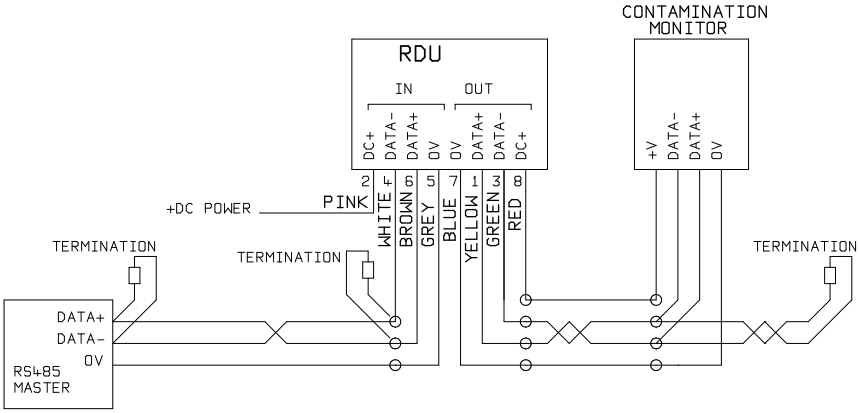



**Abbildung 4** Fernanzeigeeinheit Inklusive PC-Controller Beispiel

Abbildung 4 wie die ICM-RDU Remote Display Einheit verbunden wird. Die RDU wird verwendet, wenn die Lage des ICM für eine Bedienung nicht geeignet ist. Sie kann ein Fernbedienungs-ICM steuern und überwachen und es besteht die Möglichkeit, dass eine externe Steuerung daran angeschlossen wird (z.B. für Daten-Download).

## 14.3 Schalt - Eingangs- und Ausgangssignale

Das ICM verfügt über einen Schalteingang und zwei Schaltausgänge. Diese können anstelle oder zusätzlich zur RS 485 Schnittstelle für Befehle und Steuerung verwendet werden.

Die RS485-Schnittstelle ist flexibler, erfordert aber mehr Softwareleistung, wenn LPA-View nicht verwendet wird (z. B. Kontrolle von einem SPS). Eine Alternative ist die Kontrolle des ICM über diese geschalteten Signale, entweder von einem SPS oder über manuelle Schalter und Anzeigen.

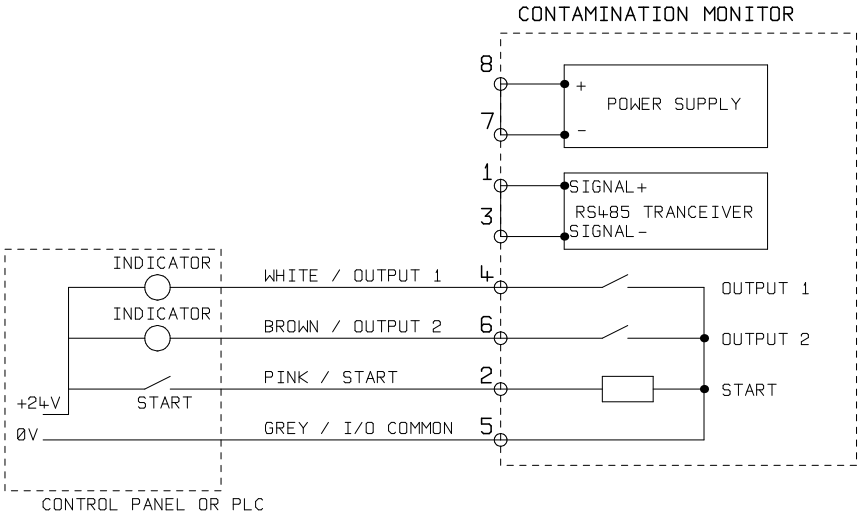



**Abbildung 5** Switched I / O-Signale

Zur Reduzierung der Verdrahtung der Ein-und Ausgänge werden alle zusammen auf einer Seite verbunden (siehe Abbildung 5). Allerdings sind sie optisch entkoppelt vom Rest des Systems, sodass sie zum Schalten unabhängiger Signale verwendet werden können.

## 14.4 Startsignal

Das "Start-Signal" ist ein opto-entkoppelter Eingang, der verwendet werden kann um einen Test zu starten. Dies könnte von einem Taster oder einem SPS Ausgang geschehen. Der Eingang akzeptiert AC- oder DC-Signale, in der Regel abgeleitet von der DC-Versorgungsspannung. Die genaue Funktion dieses Eingangs wird durch die Test-Modus-Einstellungen (12.6) bestimmt.

| | Minimum | Maximum |
|---|---|---|
| Spannung | 9V DC | 36V DC |
| Widerstand | 10k Ohms | |

Andere Möglichkeiten, einen Test zu starten, sind:

- Mit der ICM START-Taste, falls vorhanden (Keyboard-Option)
- Über LPA-View oder SPS Modbus-Befehl
- Regelmäßige automatische Prüfung nach einem programmierten Test-Modus

## 14.5 Alarmausgänge

Diese sind opto-entkoppelte Schalter, die für Signale an externe Indikatoren verwendet werden können, wie SPS-Eingänge oder ein anderes Gerät (z. B. Pumpen Ein / Aus-Steuerung).

Die genaue Funktion dieser Ausgänge wird durch die Alarm-Modus-Einstellung (siehe 12.7.3) festgelegt.

Die Schaltausgänge sind "spannungsfreie" Kontakte, die AC- oder DC-Signale bis zu 36V nominal (60V absolute Maximum-Spitzenspannung) schalten können.

| | Minimum | Maximum |
|---|---|---|
| Spannung | | 36V DC |
| Stromstärke | | 0.5A |

# 15 Hydraulische Verbindung

## 1 Hoch- oder Niederdruck-Verbindungen

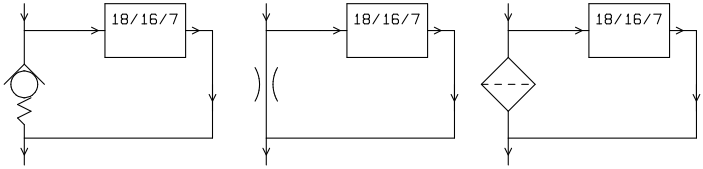



**Abbildung 1** ICM Betriebsdruck erzeugt von hydraulischer Komponente.

## 2 Niederdruck, Off-Line Betrieb

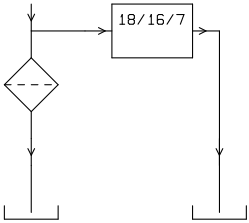



**Abbildung 2** ICM Betriebsdruck erzeugt von hydraulischer Komponente.

## 3 Installation bei sehr geringem Durchfluss

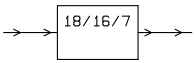



**Abbildung 3** Gesamte System-Durchflussmenge liegt im Bereich des ICM.

## 15.1 Durchflussmenge

### 15.1.1 Zusammenfassung

Bei der Mehrzahl der Systeme, generiert ein Differenzdruck von einigen Bar einen internen Durchfluss für ein ICM, welches mit Hilfe von zwei 1,5 m langen Mini-Mess-Schläuchen angeschlossen ist. Der erforderliche Differenzdruck kann durch die Nutzung eines vorhandenen Druckabfalls innerhalb des Systems gewonnen werden. Alternativ kann dieser z.B. durch Einbau eines Rückschlagventiles erzeugt werden. Das ICM kann durch diese Druckdifferenz versorgt werden.

### 15.1.2 Detaillierte Berechnungen

Im Allgemeinen sollte die Durchflussmenge des Öls durch das ICM eingehalten werden (siehe Hydraulik-Spezifikation 3.2). Das ICM misst den Durchfluss während des Betriebes, damit kann überprüft werden, ob der Durchfluss korrekt ist.

Ein Durchfluss außerhalb des Wirkungsbereiches wird durch einen Fehlercode (siehe 16.1) angezeigt.

*Ergebnisse mit out-of-range werden nicht protokolliert.*

Der Durchfluss wird vollständig generiert durch den Differenzdruck, der zwischen den Enden der Schläuche herrscht, die das ICM verbinden,

Der erforderlich Druck um einen in-range-Flow generieren zu können kann unter der Annahme eines Solldruckes und der Bestimmung des entstehenden Druckabfalls über das ICM und den Anschlussrohrleitungen ermittelt werden. Verwenden Sie die Grafik 4 zum

Nachschlagen für den Druckabfall des ICM, sowie Herstellerdaten zum Nachschlagen des Druckabfalls der Rohrleitung auf den gewünschten Durchfluss. Die Summe dieser beiden Drücke ist der Benötigte.

Der Benutzer schließt das ICM zwischen zwei Punkten im Hydraulikkreislauf an, die diese Druckdifferenz aufweisen.

Anleitung für das Diagramm:

- Bestimmen Sie die Viskosität der Flüssigkeit, z. B. 30 cSt.
- Entscheiden für eine gewünschte Durchflussmenge. 200ml/min. wird in der Regel verwendet, da diese in der Mitte des ICM Flow-Bereiches liegt. 100ml/min. eignen sich auch und verbrauchen weniger Öl.
- Verwenden Sie die Grafik 4 zum Nachschlagen des Druckabfalls über dem ICM-Anschluss, mit der Durchflussmenge und Viskosität. Z.B. bei 30cSt und 200ml/min, ist dieser 0,4 bar. Der maximal und minimal zulässige Differenzdruck kann auch anhand der 400ml/min und 20ml/min - Linien bestimmt werden.
- Bestimmen Sie den zusätzlichen Druckverlust, der durch die verwendet Rohrleitungen, die das ICM verbinden, verursacht wird. Dieser ist vernachlässigbar für 1 / 4 Zoll Rohrleitungen und darüber, aber ist sehr wichtig für "Mini-Mess" Schläuche. Diese Informationen finden Sie in den Hersteller-Katalogen. Im Falle der Mini-Mess Schläuche, die mit dem ICM geliefert werden, haben diese bei 30 cSt einen Druckabfall von ca. 10 Bar pro Meter pro lpm Durchfluss. So muss man bei 2m Gesamtschlauchlänge einen Druckabfall von $2 \times 10 \times 0.2 = 4$ Bar hinzufügen.

(in diesem Fall ist im Wesentlichen das Druckverlaufsverhältnis abhängig vom Schlauchwiderstand.)

- Addieren Sie den ICM Druckabfall zu dem der Schläuche, z. B. $4 + 0.4 = 4.4$ Bar.

Wenn der gewünschte Druckabfall gefunden ist:

- Siehe die Abbildungen zu Beginn dieses Abschnitts für Beispiele, wo das ICM verbunden werden könnte.

- Wenn zwei Anschlüsse im Hydraulikkreislauf vorhanden sind, die mit einem Differenzdruck in der Nähe des berechneten arbeiten, kann das ICM dort angeschlossen werden.

- Alternativ stellen Sie den Druckabfall durch Änderung des Hydrauliksystems her. Bauen Sie beispielsweise ein Rückschlagventil in den Kreislauf ein mit einer 4 bar Feder[12] Die "Komponente" könnte auch ein Filter, eine Drossel oder sogar ein Stück der Rohrleitung sein, wenn sie einen geeigneten Druckabfall erzeugt.

- Wenn keine dieser Optionen möglich ist, wird ein Mengenregler benötigt, s. 15.3.

- Ansonsten schließen Sie das ICM über die identifizierten Punkte an, mit dem Bestreben, eine nach oben gerichtete Strömung des Öls durch das Gerät zu erhalten (dies reduziert Lufteinschlüsse).

  Natürlich variieren in einem realen System der Druck und die Viskosität mit Temperatur- und Betriebsbedingungen. Aber da der Betriebs-Durchflussbereich des ICM sehr breit ist, sollte dies

[12] Das ICM würde auch sehr gut bei einer niedrigeren Durchflussmenge funktionieren z.B. 100ml/min, in welchem Fall ein 2 bar Rückschlagventil verwendet werden könnte.

kein Problem sein, sofern er noch im Bereich liegt. Auf der Grafik repräsentiert der Bereich zwischen oberer und unterer Linie den nutzbaren Messbereich für das ICM, mit der Mittellinie als Ideal. Der Differenzdruck und die Viskosität kann von der Ideallinie variieren, vorausgesetzt, das System bleibt innerhalb der oberen und unteren Linien. Dadurch wird sichergestellt, dass die Strömung innerhalb des Arbeitsbereiches von 20 bis 400 ml / min bleibt. Es ist ersichtlich, dass das Gerät eine 20:1 Variation von Viskosität und Differenzdruck während des Betriebs aufnehmen kann.

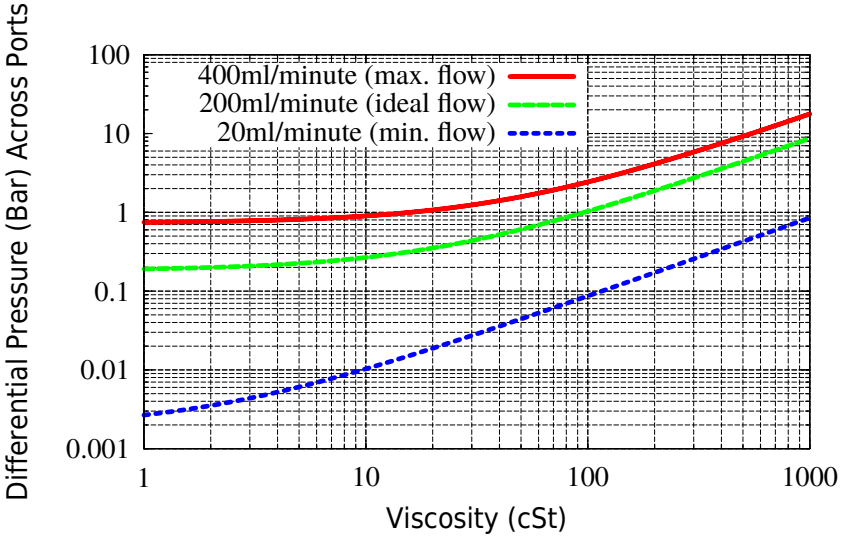



**Abbildung 4** Differenzdruck vs. Viskosität der Flüssigkeit, für verschiedene Durchflussmengen

## 15.2 Manuelle Strömungskontrolle

Eine andere Möglichkeit ist es, eine einfache manuelle Ablaufsteuerung (Durchflussbegrenzer) um den Ausgang des ICM zu montieren.

- Dies sollte nur geschehen, wenn der verfügbare Druck weniger als das Doppelte des berechneten maximalen Wertes ist. Dies deshalb, weil die kleine Öffnungsgröße die dazu benötigt wird, die Gefahr der Verstopfung birgt.

- Der Durchflussregler darf nur am Auslass montiert werden. Wenn der Einlass damit ausgestattet wird, hat er eine Filterwirkung.

- Der Durchflussregler muss direkt an der ICM-Auslassöffnung montiert werden

## 15.3 Aktive Strömungskontrolle

Wird nur für Hochdruck, Off-Line Betrieb benötigt.

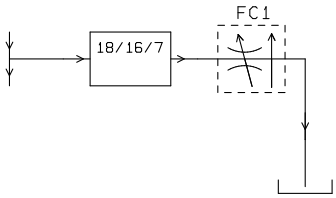



**Abbildung 5** ICM Durchfluss aktiv geregelt.

Ein druckkompensiertes Mengenregelventil wird an der ICM Ablauföffnung montiert. Dies sorgt für eine konstante Durchflussmenge auch mit einem variierenden Eingangsdruck (vorausgesetzt, dieser Druck bleibt über dem Minimumwert). Ein geeignetes Ventil ist das ICM-FC1 (siehe 2.1.2), aber auch andere können verwendet werden.

# 16 Fehleranzeige

## 16.1 LED blinkt / Fehler-Codes

Das ICM Frontpaneel zeigt einen Fehler durch weißes Blinken mit einem roten Hintergrund an. Die Anzahl der Blitze zeigt den Fehlercode:

1. *Optical* - ein optischer Fehler könnte vorliegen, wie LED-Ausfall oder Blockierung des Lichtweges. Versuchen Sie eine Spülung mit Waschbenzin (Petrol-Äther).

2. *Low Flow* - Das ICM ermittelt den Durchfluss durch die Messung der Durchgangszeit der Partikel. Die Low-Flow-Warnung zeigt an, dass der Durchfluss unter der empfohlenen Minimum-Menge liegt[13].

3. *High Flow* - Die Durchflussmenge liegt über der maximal empfohlenen Menge. Dies verschlechtert die Genauigkeit der Partikelanzahl.

4. *Logging* - Fehler im Messdatenspeicher.

5. *Water Sensor* - Fehler am Wassersensor.

[13] Das Gerät wird immer noch funktionieren, kann aber anfälliger für Fehler, verursacht durch Druckschwankungen, sein. Diese Warnung leuchtet auch auf, wenn keine Partikel mehr erkannt werden, z.B. wenn das Öl völlig „sauber“ ist. In diesem Fall wird das richtige Ergebnis z.B. 0/0/0 weiterhin generiert.

## 16.2 Status der Messung

Der Status der Messung wird an dem Bildschirm des ICM angezeigt. Dort erscheint eine Zahl, die den Status des ICM nach Tabelle 1 anzeigt. Damit ist es möglich auch ferngesteuert das ICM abzufragen, wenn es gewünscht ist genauere Informationen auszuwerten.[14]

## 16.3 Sonstige Störungen

| | |
|---|---|
| *Unerwartete Ergebnisse der Probe* | Prüfen Sie, ob die Mini-mess Schläuche vollständig an beiden Enden mit dem System und dem ICM verbunden sind.<br>Überprüfen Sie, ob die Strömung durch das ICM im Arbeitsbereich des Gerätes liegt.<br>Hoher Wassergehalt / hoher Luftanteil |
| *Remote Device* | Remote Device Prüfen Sie, ob das richtige COM-Port im Remote<br>Trennen Sie die Stromversorgung zum ICM und schließen Sie sie wieder an. |

Wenn das ICM einer übermäßigen Belastung ausgesetzt und eine Verstopfung vermutet wird, kann eine Spülung mit einem geeigneten Lösungsmittel die Blockade lösen. Das Standard-ICM ist mit

[14] Fehler werden auch mit der LED auf der Vorderseite des ICM angezeigt. Bei der Anzeige „No Result“ = kein Meßergebniss, werden wie vorher beschrieben Fehlercodes angezeigt.

[15] Benutzer hat nicht automatisches Testen gesetzt

[16] User has set a non-zero test interval.

[17] Oder die Flüssigkeit ist völlig sauber (daher keine Volumenstromanzeige) Der Volumenstrom Alarm kann ausgeschaltet werden sollte er hinderlich sein, wie z.B. bei Spülvorgängen.

| Wert | Funktion | Kommentar |
|---|---|---|
| 0 | NOT READY / NICHT BEREIT | Gerät ist am hochfahren, oder es gibt ein Problem |
| 1 | READY / BEREIT | Bereit zum Testen[15] |
| 2 | TESTING / TESTEN | Test läuft |
| 3 | WAITING / WARTEN | Wartezeit zwischen den Tests[16] |
| 128 | FAULT OPTICAL / OPTISCHER FEHLER | LED Fehler / Sensor verstopft / Luft im Sensor |
| 129 | FAULT FLOW LOW / FEHLER VOLUMENSTROM NIEDRIG | Volumenstrom zu niedrig für eine zuverlässige Anzeige[17] |
| 130 | FAULT FLOW HIGH / FEHLER VOLUMENSTROM ZU HOCH | |
| 131 | FAULT LOGGING / FEHLER DATENAUFZEICHUNG | Fehler bei der Datenaufzeichnung |
| 132 | FAULT WATER SENSOR / FEHLER WASSER SENSOR | Fehler Wasser Sensor |

**Tabelle 1** Das Register für den TEST STATUS

Nitril-Dichtungen ausgestattet, sodass Waschbenzin (Petroläther) für diesen Zweck verwendet werden kann.

*VERWENDEN SIE KEIN ACETON*

# 17 Zyklus und Durchfluss

Die gesetzte Testdauer ist die Zeitspanne, in der die Partikelzahlen gesammelt werden, bevor das Testergebnis aktualisiert wird.

Der Standardwert von 120 Sekunden ist wahrscheinlich für die meisten Anwendungen geeignet. Es ist jedoch möglich, andere Werte zu setzen.

Eine kürzere Zeit ermöglicht dem Gerät, schneller auf Schwankungen in der Sauberkeit zu reagieren. Dies kann erwünscht sein, um die Testzeit in einer Fertigungsstraßen-Situation zu verkürzen.

Eine längere Testzeit ermöglicht dem Gerät einen Durchschnitt aus den Schwankungen der Verschmutzung zu nehmen und produziert daher ein stabileres Ergebnis. Dies insbesondere für die größeren Teilchen. In sauberen Systemen gibt es sehr wenige von ihnen, sodass eine große Menge an Flüssigkeit abgetastet werden muss, um eine statistisch signifikante Zahl zu erhalten.

Ein weiterer Faktor ist die Durchflussmenge. Diese kann mit der Zykluszeit getauscht werden, da bei einem höheren Durchfluss die gleiche Menge an Flüssigkeit in kürzerer Zeit abgetastet wird.

*"Sehr saubere'' Systeme* – Längere Prüfzeiten / höherer Durchfluss wird benötigt

*"Normale" oder "Schmutzige"-Systeme* – Kürzere Testzeiten oder niedriger Durchfluss sind akzeptabel.

Dieser Zusammenhang wird in Abbildung 1 gezeigt.

---

[18] 'Meint > 20 Teilchen nach ISO 4406:1999 gezählt

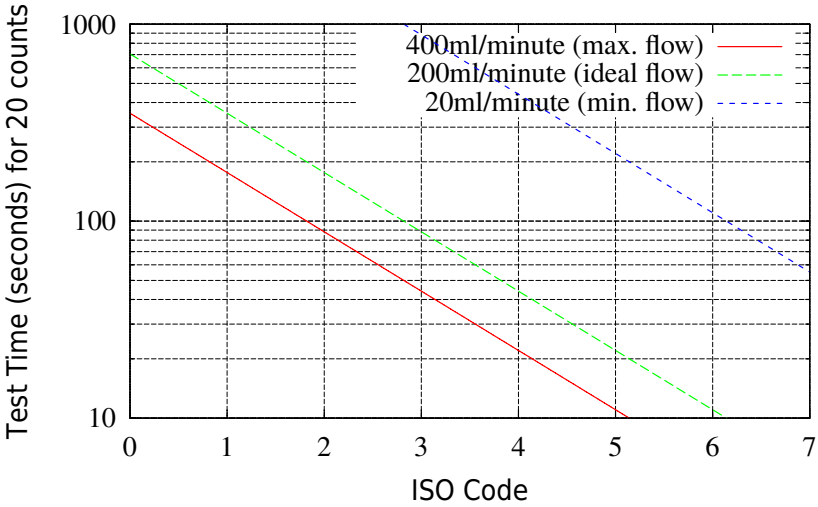



**Abbildung 1** Benötigt Testzeit für eine zuverlässige Anzeige[18] von ISO-Code

# 18 Modbus-Programmierung

Das ICM kann über Befehle auf seiner seriellen (RS485) Schnittstelle, unter Verwendung des Modbus RTU Protokolls gesteuert werden. Es ist möglich, damit jeden Aspekt und Einstellung des ICM zu kontrollieren, wie sonst durch die RMF Systems LPA-View Steuerungssoftware.

Alle Ergebnisse und Zahlen sind in allen unterstützten Formaten verfügbar.

Ein Szenario ist, LPA-View zur Erstkonfiguration des ICM zu nutzen, dann muss die Kunden-Software nur die Testergebnisse lesen. Dies könnte verwendet werden, um die ICM Messungen mit einer allgemeinen Maschinensteuerung, Fahrzeugsteuerung oder einem Fabrik-Überwachungssystem zu integrieren.

Kunden welche ihre eigene Modbus-Controller Software implementieren wollen, müssen das volle ICM Modbus Programmier-Handbuch beziehen. Ein einfaches Beispiel wird hier gezeigt.

## 18.1 Lesen der Ergebnis-Codes

Die einfachste Anordnung ist die Konfiguration des ICM für kontinuierliche Tests mit einem festgelegten Intervall zwischen den Tests.

Zum Beispiel einer Prüfdauer von 2 Minuten und eine Test-Intervall von 10 Minuten. Die Start Testing Automatically Auswahl kann verwendet werden, so dass das Gerät kein Startsignal benötigt.

Dann können die jüngsten Testergebnisse aus dem entsprechende Modbus-Register gelesen werden.

| Register | Funktion |
|---|---|
| 56 | 4 µm(c) Ergebnis-Code |
| 57 | 6 µm(c) Ergebnis-Code |
| 58 | 14µm(c) Ergebnis-Code |

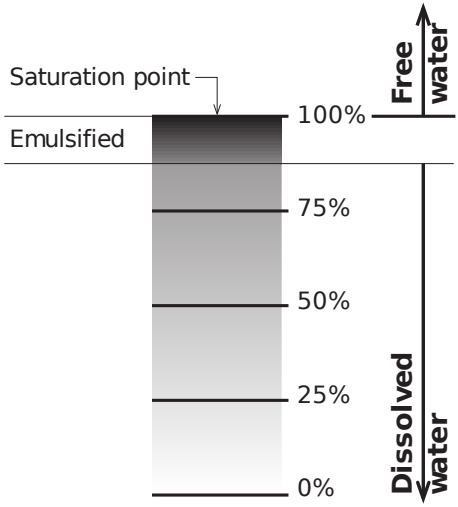
# Messen des Wassergehaltes in hydraulischen und schmierenden Fluiden

*Quelle North Notts Fluid Power Centre*

In Mineralölen und nicht wasserhaltigen schwer entflammbaren Flüssigkeiten ist Wasser unerwünscht. Überschreitet der Wassergehalt des Öls eine Grenze von 500ppm beginnt es sich trüb zu färben. Über diesem Level besteht die Gefahr, dass in Bereichen mit geringer Flussgeschwindigkeit sich freies Wasser bildet. Dies kann zu Korrosion und Verschleiß führen. Schwer entflammbare Flüssigkeiten haben einen natürlichen Wassergehalt, welcher sich von dem von Mineralölen unterscheidet.

## Sättigungs-Level

Da bekannt ist, dass die Auswirkungen von freiem ( oder emulgiertem ) Wasser in Öl schädlicher sind als die von gelösten Wasser, besteht ein Ziel darin den Wassergehalt unter den Sättigungspunkt des Öls zu halten. Da selbst gelöstes Wasser Schäden hervorrufen kann ist es zu empfehlen den Wassergehalt so niedrig wie möglich zu halten. Richtwert: Sättigungs-Level kleiner 50%, für jedes System



## Typische Sättigungsgrade neuer Öle

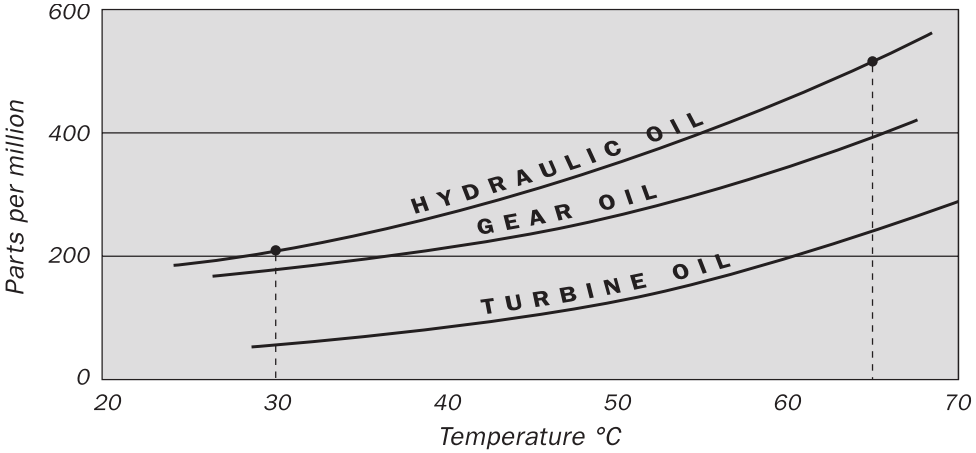



**Abbildung I**

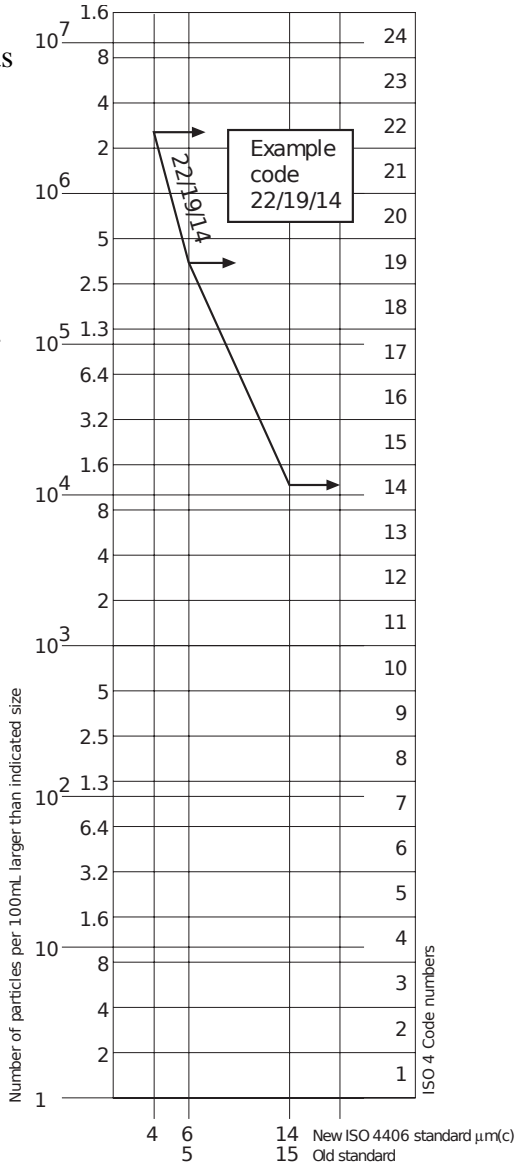
Beispiele: Hydraulik Öl @ 30°C = 200ppm = 100% Sättigungn
Hydraulik Öl @ 65°C = 500ppm = 100% Sättigung

# ISO 4406:1999 Reinheitsklassen-System*

Der „International Standard Organisation“ Standard ISO 4406 ist die bevorzugte Methode zur Klassifizierung der Menge von Feststoffpartikeln in einer Flüssigkeit.
Der Code besteht aus einer Kombination aus 3 Skalennummern die aus der folgenden Tabelle ausgelesen werden.
Die Erste Skalennummer gibt die Anzahl von Partikeln in einem Milliliter Flüssigkeit an, die größer als 4 µm(c) sind.
Die zweite Zahl gibt die Anzahl der Partikel größer 6µm(c) an.
Die dritte Zahl die Anzahl der Partikel größer 14µm(c).

| Partikelzahl pro ml | | Skalennr. |
|---|---|---|
| Mehr als | Bis zu (einschließlich) | |
| 2.5M | - | > 28 |
| 1.3M | 2.5M | 28 |
| 640k | 1.3M | 27 |
| 320k | 640k | 26 |
| 160k | 320k | 25 |
| 80k | 160k | 24 |
| 40k | 80k | 23 |
| 20k | 40k | 22 |
| 10k | 20k | 21 |
| 5000 | 10k | 20 |
| 2500 | 5000 | 19 |
| 1300 | 2500 | 18 |
| 640 | 1300 | 17 |
| 320 | 640 | 16 |
| 160 | 320 | 15 |
| 80 | 160 | 14 |
| 40 | 80 | 13 |
| 20 | 40 | 12 |
| 10 | 20 | 11 |
| 5 | 10 | 10 |
| 2.5 | 5.0 | 9 |
| 1.3 | 2.5 | 8 |
| 0.64 | 1.3 | 7 |
| 0.32 | 0.64 | 6 |
| 0.16 | 0.32 | 5 |
| 0.08 | 0.16 | 4 |
| 0.04 | 0.08 | 3 |
| 0.02 | 0.04 | 2 |
| 0.01 | 0.02 | 1 |
| 0.0 | 0.01 | 0 |

Bei der Mikroskop Partikelzählung werden die Partikel nach einem etwas anderem Verfahren gezählt, als bei einem automatischem Verfahren. Hier werden lediglich 2 Partikelgrößen zur Klassifizierung angegeben. Die hier verwendeten 5µm und 15µm entsprechen den 6µm(c) und 14µm(c) der automatischen Partikelzählung.



# NAS 1638 Reinheitsklassen System*

Das NAS System wurde ursprünglich 1964 für die Definition von Verschmutzungsklassen in Luftfahrt Komponenten entwickelt. Die Anwendung dieses Systems auf industrielle hydraulische Systeme wurde eingeführt, da zu dieser Zeit kein anderes System existierte. Das Klassifizierungssystem gibt die maximale Anzahl von Partikeln in einem Messvolumen von 100mL in verschiedenen Partikelgrößen an, im Gegensatz zur Klassifizierung in der ISO 4406.

Angegeben wird durch die meisten industriellen Anwender lediglich die größte der 5 Partikelklassen dieses Standards. Eine Einheitliche Richtlinie existiert für diesen Standard jedoch nicht. Diese Verfahrensweise wird ebenfalls im ICM verwendet.

| | *00* | *0* | *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **5-15** | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | 16000 | 32000 | 64000 | 128000 | 256000 | 512000 | 1024000 |
| **15-25** | 22 | 44 | 89 | 178 | 356 | 712 | 1425 | 2850 | 5700 | 11400 | 22800 | 45600 | 91200 | 182400 |
| **25-50** | 4 | 8 | 16 | 32 | 63 | 126 | 253 | 506 | 1012 | 2025 | 4050 | 8100 | 16200 | 32400 |
| **50-100** | 1 | 2 | 3 | 6 | 11 | 22 | 45 | 90 | 180 | 360 | 720 | 1440 | 2880 | 5760 |
| **Over 100** | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 | 128 | 256 | 512 | 1024 |

**Abbildung I** Verschmutzungs-Klassen entsprechend NAS 1638 (Januar 1964)

Die Reinheitsklassen werden definiert von 0 bis 12, welche die maximalen Zahlen von Partikeln pro 100ml angeben. Die Partikelzählung folgt hier einem anderen Verfahren als bei der ISO4406.

# SAE AS 4059 REV.E ** Reinheitsklassifizierung Für hydraulische Fluide [SAE Aerospace Standard]

Dieser SAE Aerospace Standard (AS) definiert Reinheitsklassenlevel für Partikelverschmutzungen von hydraulischen Flüssigkeiten und beinhaltet eine Methode zur Auswertung der entsprechenden Verschmutzungslevel. Die Tabelle 1 und 2 stellen differenzielle und kumulierte Partikelzahlen zur Verfügung die von einem automatischen Partikelzähler ermittelt wurden, z.B. ICM.

| Größe µm(c): | 6 - 14 | 14 - 21 | 21 - 38 | 38 - 70 | >70 |
|---|---|---|---|---|---|
| Klassen | | | | | |
| 00 | 125 | 22 | 4 | 1 | 0 |
| 0 | 250 | 44 | 8 | 2 | 0 |
| 1 | 500 | 89 | 16 | 3 | 1 |
| 2 | 1,000 | 178 | 32 | 6 | 1 |
| 3 | 2,000 | 356 | 63 | 11 | 2 |
| 4 | 4,000 | 712 | 126 | 22 | 4 |
| 5 | 8,000 | 1,425 | 253 | 45 | 8 |
| 6 | 16,000 | 2,850 | 506 | 90 | 16 |
| 7 | 32,000 | 5.700 | 1,012 | 180 | 32 |
| 8 | 64,000 | 11,400 | 2,025 | 360 | 64 |
| 9 | 128,000 | 22,800 | 4,050 | 720 | 128 |
| 10 | 256,000 | 45,600 | 8,100 | 1,440 | 256 |
| 11 | 512,000 | 91,200 | 16,200 | 2,880 | 512 |
| 12 | 1,024,000 | 182,400 | 32,400 | 5,760 | 1,024 |

**Tabelle I AS4059E Tabelle 1** - Reinheitsklassen für Differenzielle Partikelzahlen

| Größe µm(c) | >4 | >6 | >14 | >21 | >38 | >70 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Größen Klasse | A | B | C | D | E | F |
| Klassen | | | | | | |
| 000 | 195 | 76 | 14 | 3 | 1 | 0 |
| 00 | 390 | 152 | 27 | 5 | 1 | 0 |
| 0 | 780 | 304 | 54 | 10 | 2 | 0 |
| 1 | 1,560 | 609 | 109 | 20 | 4 | 1 |
| 2 | 3,120 | 1,217 | 217 | 39 | 7 | 1 |
| 3 | 6,250 | 2,432 | 432 | 76 | 13 | 2 |
| 4 | 12,500 | 4,864 | 864 | 152 | 26 | 4 |
| 5 | 25,000 | 9,731 | 1,731 | 306 | 53 | 8 |
| 6 | 50,000 | 19,462 | 3,462 | 612 | 106 | 16 |
| 7 | 100,000 | 38,924 | 6,924 | 1,224 | 212 | 32 |
| 8 | 200,000 | 77,849 | 13,849 | 2,449 | 424 | 64 |
| 9 | 400,000 | 155,698 | 27,698 | 4,898 | 848 | 128 |
| 10 | 800,000 | 311,396 | 55,396 | 9,796 | 1,696 | 256 |
| 11 | 1,600,000 | 622,792 | 110,792 | 19,592 | 3,392 | 512 |
| 12 | 3,200,000 | 1,245,584 | 221,584 | 39,184 | 6,784 | 1,024 |

**Tabelle II AS4059E Tabelle 2** - Reinheitsklassen für kumulierte Partikelzahlen

** Die Informationen die auf dieser und der vorherigen Seite dargestellt wurden aus der SAE AS4059 Rev.E, Rev May 2005 entnommen. Für weitere Informationen und Details schlagen Sie bitte in der entsprechenden Norm nach.

# HYDRAULISCHE KOMPONENTEN HERSTELLER* EMPFEHLUNGEN

| *Gerät* | *Typ* | *ISO 4406:1999 Code* |
|---|---|---|
| ***PUMPE*** | Kolben(niedrige Geschwindigkeit, inline) | 22/20/16 |
| | Kolben(hohe, Geschwindigkeit, inline) | 17/15/13 |
| | Zahnrad | 19/17/15 |
| | Flügel | 18/16/14 |
| ***MOTOR*** | Axial Kolben | 18/16/13 |
| | Radial Kolben | 19/17/13 |
| | Zahnrad | 20/18/15 |
| | Flügel | 19/17/14 |
| ***VENTIL*** | Wegeventil (magnetisch) | 20/18/15 |
| | Druckbegrenzungsventil (geregelt) | 19/17/14 |
| | Durchflussregelventil | 19/17/14 |
| | Rückschlagventil | 20/18/15 |
| | Ventileinsatz | 20/18/15 |
| | Proportional | 18/16/13 |
| | Servoventil | 16/14/11 |
| ***AKTOR*** | | 20/18/15 |

**Tabelle I** Typische Herstellerempfehlungen für hydraulische Komponenten (ISO 4406:1999)[XIX]

Die meisten Hersteller von hydraulischen Komponenten kennen die Auswirkungen von Verschmutzungen in Ihren Anlagen und geben aus diesem

[XIX] Die in der Tabelle dargestellten Werte sollten als Richtwert angesehen werden. Erfahrungswerte und spezielle Anforderungen an ein System müssen immer berücksichtigt werden.

Grund unterschiedliche maximale Verschmutzungslevel an. Diese Hersteller geben an, dass das Betreiben unterhalb dieser Level die Lebensdauer der Komponenten verlängert. Allerdings macht die Vielfalt der variablen Eigenschaften in hydraulischen Systemen ( Druck, Drehmomenten, Umgebungsbedingungen, Schmiereigenschaften, Verschmutzungstypen, etc ) es nahezu unmöglich die Lebensdauer vorherzusagen. Des weiteren geben Hersteller, auch ohne ausführliche wissenschaftliche Untersuchungen Reinheitsklassen an, die sich von Ihren Konkurrenten unterscheiden, um den Eindruck zu erwecken, Sie hätten präzisieren Produkte.

Aus diesem Grund besteht die Möglichkeit das Unterschiede zwischen verschieden Quellen für Reinheitsklassen auftreten können.

Die folgende Tabelle gibt eine Auswahl von typischen maximalen Reinheitsklassen für verschiedene Komponenten an. Diese beziehen sich auf eine bestimmte Viskosität des Mineralöls. Höhere Reinheitsklassen sind erforderlich wenn das System hohe Fluktuationen, hohe Temperaturen oder eine hohe Fehlersicherheit besitzt.

# Hydraulik Zielreinheitsklassen*

In Bereichen in denen ein Anwender, hydraulischer Komponenten, Reinheitsklassen über einen längeren Zeitraum beobachtet, kann vereinzelt die Akzeptanz von Reinheitsklassen variieren. Wenn bei Anlagen trotz höherer Reinheitsklassen keine Fehlfunktionen auftreten, können solch ermittelte Werte als Richtwerte gelten. Diese Werte müssen angepasst werden, sobald sich Umgebungsbedingungen ändern oder Komponenten eingefügt werden, die eine höhere Reinheitsklasse erfordern. Die Anforderung an höhere Zuverlässigkeiten können ebenfalls Änderung der akzeptablen Reinheitsklassen erzwingen.

Das Akzeptanzniveau hängt von drei Eigenschaften ab:

- Die Verschmutzungsempfindlichkeit der Komponenten
- Die Arbeitsbedingungen des Systems
- Die Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Lebensdauer

| Verschmutzungs-Klassen ISO 4406:1999 | | | Entsprechende Klassen NAS 1638 | Empfohlener Filter Grad | Typische Anwendung |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 µm(c) | 6 µm(c) | 14 µm(c) | | Bx200 | |
| 14 | 12 | 9 | 3 | 3 | Hohe Präzisions-Labor Servosysteme |
| 17 | 15 | 11 | 6 | 3-6 | Roboter- und Servo-systeme |
| 18 | 16 | 13 | 7 | 10-12 | Sehr sensible- und hoch zuverlässige Systems |
| 20 | 18 | 14 | 9 | 12-15 | empfindliche - ver-lässliche Systems |
| 21 | 19 | 16 | 10 | 15-25 | Standardausrüstung mit limitierter Verläs-sigkeit |
| 23 | 21 | 18 | 12 | 25-40 | Nieder-Druck Aus-rüstung nicht geeignet für kontinuierlichen Betrieb |

Diese Tabelle zeigt empfohlene Filterstufen für verschiedene hydraulische Komponenten zusammen mit typischen Ziel Reinheitsklassen.

# Der neue ISO Teststaub und seine Auswirkung auf die ISO Verschmutzungskontroll-Standards.

Als General Motors bekannt gab, dass sie die Produktion des AC Fine Test Dust (ACFTD) gestoppt werden soll, begann die International Standards Organisation (ISO) sofort damit einen Ersatzstaub zu suchen. ACFTD wurde benutzt um in der Fluid- und der Automotive Industrie automatische Partikelzähler (APC) zu kalibrieren. APCs werden benutzt um Ölfilter zu testen und hydraulischen Komponenten auf Ihre Empfindlichkeit zu untersuchen.

Seit 25 Jahren, sind APCs das am häufigste verwendete Mittel zur Messung von Feststoffpartikeln in hydraulischen Flüssigkeiten. Die wachsende Nachfrage auf die Angabe von Reinheitsklassen verschiedner Flüssigkeiten in einem industriellen Prozess, hatte die Folge, dass Partikelzähler aus dem Labor immer häufiger zu den Anlagen getragen werden mussten. Heute sind Partikelzähler ein wichtiger Bestandteil eines industriellen Prozesses. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, dass Sie Ergebnisse liefern, die genau und reproduzier bar sind.

## Kalibrierung

ACFTD wurde als künstliche Verschmutzung seit dem Jahr 1960 eingesetzt und seine Partikelgrößenverteilung mittels Mikroskopieverfahren vermessen. Seine Partikelgrößenverteilungen formten dann die Basis für die ISO 4402, die Methode zum Kalibrieren von APCs. Aufgrund der Grenzen dieser Messmethode wurde die Vermessung von Partikeln kleiner 5µm auf diesem Weg in Frage gestellt. Zudem stand diese Methode in keiner Verbindung mit nationalen Standards – eine wichtige Anforderung für heutige Qualitätsstandards.

Ebenfalls wurde die Partikelgrößenverteilung nicht nachkontrolliert und Ungenauigkeiten waren wesentlich größer als bei heutigen Verfahren.

Aus diesem Grund definierte die ISO Anforderungen an einen neuen Teststaub und beauftrage das National Institute of Standard and Technology ( NIST ) in den USA ein solches Referenzmaterial zu produzieren. Die neue Staub Partikelgrößenverteilung wurde mit den modernsten Elektronenmikroskopen und Bildanalyse-Techniken vermessen.

## Vorteile des neuen Test Staubs

Der neue Teststaub besteht aus dem selben Material wie ACFTD, besitzt allerdings einen gröberen Grad. So besaß der alte Teststaub einen wesentlich größeren Anteil an Partikeln kleiner 5µm, die während einer Messung häufig zu Fehlern führten.

ISOMTD wird produziert in einem Standard Verteilungsverfahren und unterliegt strengsten Qualitätskontrollen, um eine hohe Vergleichbarkeit zu erreichen. Diese Prozedur in Kombination mit einer überarbeiteten Kalibriermethode, führt zu folgenden Vorteilen:

- Ein Referenz-Test-Staub mit einer stark reduzierten variierenden Partikelverteilung zwischen unterschiedlichen Staubproben. Das führt zu nachvollziehbaren Ergebnissen, die in der ISO 9000, QS9000 und ähnliche benötigt werden.
- Prozedur erreicht eine Leistungsverbesserung der Partikelzähler, sodass kleinere Partikel gemessen werden können.
- Verbesserte Kalibriertechniken und Abläufe.
- Eine höhere Genauigkeit der Kalibrierung.
- Verbesserte Reproduzierbarkeit der Partikelzahlen bei unterschiedlichen Anlagen.
- Höhere Genauigkeit und Reproduzierbarkeit bei Filtertests.

## Auswirkungen auf die Industrie

Die Einführung von ISOMTD hat folgende Änderungen des ISO Standards zur Folge.

Änderungen beinhalteten:

ISO 4402:1991 Hydraulic fluid power
Calibration of liquid automatic particle counters.

ISO 4406:1987 Hydraulic fluid power
Code for defining the level of contamination by solid particles.

ISO 4572:1981 Hydraulic fluid power – Filters
Mulit-pass Methode zur Ermittlung der Filterleistung eines Filterelements.

Um Verwirrung von Benutzer zu vermeiden ( durch mögliche Verweise in der Literatur ), wurden die geänderten ISO Standards durch neue Bennennung ersetzt: ISO 4402 in ISO 11171 und ISO 4572 in ISO 16889.

Um die Messgenauigkeit von Partikelzählern weiter zu verbessern, wurde die Vorgehensweise bei der Partikelvermessung wie folgt angepasst.

Bei der neuen ISO 4406 werden zur Kalibrierung die neuen Partikelgrößen verwendet um die gleiche Reinheitsklasse zu erreichen wie bei der „alten“ Kalibrierung. Aufgrund dieser Eigenschaft der neuen Kalibrierung ist es nicht notwendig die für Maschinen angegebenen Reinheitsklassen zu ändern.

Die neuen Reinheitsklassen, besteht aus 3 Zahlen die jeweils bei Partikelgrößen 4, 6 und 14µ Partikelzahlen angeben, 6 und 14µ sind vergleichbar mit den Reinheitsklassen von 5 und 15µ der alten Kalibrierung. Das führt zu vergleichbaren Ergebnissen zwischen den Messmethoden. *Die Option der Angabe in nur zwei Messergebnis ( 6 und 14µ ) bleibt bestehen. Da die

Methoden zur Partikelzählung unter Verwendung von Mikroskopieverfahren nicht verändert wurde, können hier Partikel wie gewohnt in 5 und 15µm klassifiziert werden. Um sicher zu gehen hat die ISO, jene Standards, die die neue Kalibrierung betreffen, mit einem '(c)' versehen, um Verwechselungen zu vermeiden. Dementsprechend werden Partikelgrößen nach ISO 11171 mit der Erweiterung 'µm(c)' und Betawerte nach ISO 16889 mit der Erweiterung 'Bx(c)' versehen, z.B. 'B5(c)'. Ein Ziel der neuen Kalibiermethode besteht darin, dass der einzige Effekt, der nach einem Wechsel von einem Anwender bemerkt werden soll, die verbesserte Genauigkeit ist. Es sollen keine Änderungen in der Filterleistung oder der ISO Reinheitsklasse bei gleichen Versuchen bemerkbar sein.

Der ICM wird mit ISO Medium Test Dust (nach ISO 11171) kalibriert.

Die Folgende Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen dem alten ACFTD und dem neuen ISOMTD Teststaub:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ACFTD | <1 | 5 | 15 | 25 | 30 | XX 50 | XX 75 | XX 100 |
| ISO MTD | 4 | 6 | 14 | 21 | 25 | 38 | 50 | 70 |

XX Muss von NIST bestätigt werden

## Zusammenhang

Zusammenhang zwischen den Partikelgrößen der ACFTD (ISO 4402:1991) und NIST (ISO 11171) Kalibriermethode

*Diese Tabelle versteht sich lediglich als eine Auflistung von Richtwerten. Die genauen Verhältnisse zwischen den ACFTD Größen und den Größen für NIST könnten von Messinstrument zu Messinstrument variieren. Sie sind abhängig von der Charakteristik der Partikelzähler und der originalen ACFTD Kalibrierung*

| Particle Size Obtained Using | |
|---|---|
| ACFTD (ISO 4402:1991) µm | ISO/NIST MTD (ISO 11171) µm(c) |
| 1 | 4.2 |
| 2 | 4.6 |
| 3 | 5.1 |
| 4 | 5.8 |
| 5 | 6.4 |
| 6 | 7.1 |
| 7 | 7.7 |
| 8 | 8.4 |
| 9 | 9.1 |
| 10 | 9.8 |
| 11 | 10.6 |
| 12 | 11.3 |
| 13 | 12.1 |
| 14 | 12.9 |
| 15 | 13.6 |
| 16 | 14.4 |
| 17 | 15.2 |
| 18 | 15.9 |
| 19 | 16.7 |
| 20 | 17.5 |
| 21 | 18.2 |
| 22 | 19.0 |
| 23 | 19.7 |
| 24 | 20.5 |
| 25 | 21.2 |
| 26 | 22.0 |
| 27 | 22.7 |
| 28 | 23.5 |
| 29 | 24.2 |
| 30 | 24.9 |
| 31 | 25.7 |
| 32 | 26.4 |
| 33 | 27.1 |
| 34 | 27.9 |
| 35 | 28.5 |
| 36 | 29.2 |
| 37 | 29.9 |
| 38 | 30.5 |
| 39 | 31.1 |
| 40 | 31.7 |

## Weitere Standards

Es existieren in der Hydraulik neben dem hauptsächlich eingesetzten ISO4406 Standard weitere Standards, die ebenfalls gelegentlich verwendet werden. Da oft eine Vergleich zwischen den Normen aufgrund von vielen unterschiedlichen Klassen nicht direkt möglich ist, gibt die folgende Tabelle nur eine grobe Übersicht an.

[xxi] Alle Überschriften die mit einem [] versehen sind wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt vom Britischen Fluid Power Association from BFPA/P5 1999 issue 3 Anhang 44

| ISO 4406:1999 | DEF.STD 05/42 [7][XXI] | | NAS 1638[5] | SAE 749[8] |
|---|---|---|---|---|
| | Table A | Table B | ISO 11218[6] | |
| 13/11/08 | | | 2 | |
| 14/12/09 | | | 3 | 0 |
| 15/13/10 | | | 4 | 1 |
| 16/14/09 | | 400F | | |
| 16/14/11 | | | 5 | 2 |
| 17/15/09 | 400 | | | |
| 17/15/10 | | 800F | | |
| 17/15/12 | | | 6 | 3 |
| 18/16/10 | 800 | | | |
| 18/16/11 | | 1,300F | | |
| 18/16/13 | | | 7 | 4 |
| 19/17/11 | 1,300 | 2000F | | |
| 19/17/14 | | | 8 | 5 |
| 20/18/12 | 2,000 | | | |
| 20/18/13 | | 4,400F | | |
| 20/18/15 | | | 9 | 6 |
| 21/19/13 | 4,400 | 6,300F | | |
| 21/19/16 | | | 10 | |
| 22/20/13 | 6,300 | | | |
| 22/20/17 | | | 11 | |
| 23/12/14 | 15,000 | | | |
| 23/21/18 | | | 12 | |
| 24/22/15 | 21,000 | | | |
| 25/23/17 | 100,000 | | | |

**Tabelle I**

# Reine Arbeitsverfahren

Für die meisten Hydrauliksysteme ist eine Reinheit erforderlich, die unter rund 40 Mikrometer (unterhalb der Fähigkeiten des menschlichen Augenlichts) kontrolliert werden kann. Bei der Analyse von Partikeln im Bereich von 4 µm, 6 µm und 14 µm bewegt man sich in einer Größenordnung von Zellen oder Bakterien. Dies bringt diverse Probleme mit sich und führt gleichzeitig allmählich zu besseren und saubereren Arbeitspraktiken in der Industrie. Unsere Produkte sind Vorreiter in diesem Bereich und helfen Ihnen, die Qualität und Produktivität Ihrer Systeme in Griff zu haben.

## Erforderlich

- Setzen Sie Filterbelüfter oben auf Tanks.
- Verwenden Sie selbstentleerende Tankdesigns (schräg oder kegelförmig).
- Verwenden Sie Tanks, die von der Umgebung abgeschottet werden können.
- Seien Sie beim Befüllen von Tanks vorsichtig und verwenden Sie Trichter.
- Verwenden Sie bei der Konstruktion von Systembauteilen upstream im ersten Filter Edelstahl und Verfahren wie Elektropolieren.
- Führen Sie externe Analysen in einer kontrollierten Umgebung (z. B. Labor) durch, in der weniger Schadstoffe in der Luft als in der Umgebung der Probenahme vorhanden sind.
- Verwenden Sie für Probenahmen geeignete Glasflaschen (im Idealfall als rein zertifiziert) und eine Handpumpe, um das Eindringen von Schadstoffen zu reduzieren.

- Filtern Sie Ihr System vor der Integration in Ihren Produktionsprozess gründlich.
- Führen Sie eine statistisch ausreichend große Stichprobe durch, um ausreichend Partikelanalyseergebnisse (25) zu erhalten, damit Sie eine grundlegende Reinheitsschwelle für Ihr System festlegen können.
- Achten Sie darauf, dass die Filter die richtige Größe für Ihre Anwendung und gewünschte Reinheit haben.

## Zu vermeiden

- Nicht in der Nähe kritischer Systeme/Prozesse essen, trinken oder rauchen.
- Keine Geräte, Objekte, Bekleidung oder andere Materialien usw. auf Flächen oder Tanks kritischer Systeme zurücklassen.
- Für kritische Systeme keine offenen Tanks verwenden.
- Keine Proben von der Oberseite eines Behälters/Tanks entnehmen und dort auch keine Online-Analyse durchführen.
- Keine Tanks mit Einbuchtungen (internen Ecken usw.) konstruieren oder verwenden.
- Nicht davon ausgehen, dass eine Probe, die rein aussieht, auch rein ist. Die Schadstoffe sind nicht sichtbar.
- Keine Offline-Analyse in einer „unkontrollierten“ Umgebung (z. B. Werkstatt) durchführen.
- Nicht einen Einzeltest als Grundlage einer fundierten Darstellung Ihres Systems verwenden.

- Das System / den Prozess erst dann starten, wenn er eine Inbetriebnahmezeitdauer absolviert hat, in der die Kontaminationswerte relativ stabil waren.

- Keine Flüssigkeiten im gleichen System vermischen. Sie können emulgieren und jede Möglichkeit einer zuverlässigen Teilchenzählung zunichte machen.

- Keine ungeeigneten Behälter zur Entnahme von Flüssigkeitsproben verwenden.

Bei Fragen zur Kontaminationskontrolle wenden Sie sich bitte an MP Filtri UK.

Contact MP Filtri UK, who will be able to help you with any enquiry you relating to contamination control.

***Hergestellt von MP Filtri UK***

Überarbeitete Version 0.30

Aufgrund ständiger Verbesserungen, nimmt sich MP Filtri UKdas Recht heraus Änderungen, ohne besondere Ankündigungen, an den Spezifikationen vorzunehmen.

Sofern keine Ausnahme besteht, darf kein Teil dieses Dokumentes reproduziert, gespeichert oder übertragen werden, weder elektronisch noch mechanisch. Ausnahmen können nur von Stauff erteilt werden.